
Rushtidsavgift og kollektivtransport

Ola Vaage Wang



Masteroppgave i samfunnsøkonomi
Økonomisk institutt
Universitetet i Oslo

mai 2008

Forord

Denne oppgaven er skrevet som avslutning av mastergraden i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Oslo. Jeg har lært mye i arbeidet med oppgaven, om temaet og ikke minst om det å skrive en akademisk oppgave

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til min veileder Jon Vislie for uvurderlig bistand og raske tilbakemeldinger. Jeg vil også takke Harald Minken ved Transportøkonomisk institutt for lån av litteratur og nyttige tips, og alle andre som har vært til hjelp, støtte og oppmuntring under prosessen.

Sammendrag

De fleste økonomer er enige om at en rushtidsavgift på belastede veistreknings kan gi samfunnsøkonomiske gevinster. Køkostnader, veislitasje, forurensning og ulykker gjør at bruken av veiene har en samfunnsøkonomisk kostnad som overstiger den privatøkonomiske kostnaden bilistene blir belastet. Feil forhold mellom brukerkostnaden for ulike transportalternativer og for kjøring i rushtid og utenom rushtid fører til feil bruk av ressursene.

For den enkelte trafikant fører overutnytting av veikapasiteten til et unødvendig stort tidsbruk i trafikken. Med en rushtidsavgift vil trafikantene spare noe av denne tiden, og isteden betale en pris for å reise. For mange vil det å betale denne avgiften være minst like ubehagelig som å bruke noen ekstra minutter i kø. Men for samfunnet fører unødvendig store køer til at ressurser blir sløst bort, mens en rushtidsavgift bare er en overføring fra bilistene til det offentlige, hvis vi ser bort fra innkrevingskostnadene.

For å evaluere virkningen av en rushtidsavgift, må kostnadene knyttet til gjennomføring av avgiftsinnkrevingen veies opp mot gevinstene fra avgiften. Vi har sett på erfaringer fra byer som har innført veipricing, og sett at virkningen på trafikken har vært tydelig. I Stockholm og London har vi nylig sett at holdningene til veipricing har blitt mer positive for mange etter innføringen. Men selv om potensialet for effektivitetsgevinster er stort, kan kostnadene ved innføring og gjennomføring av et veipricingssystem gjøre gevinstene små, eller i verste fall negative.

Mye av motstanden skyldes at veipricing rammer de mindre ressurssterke i samfunnet når det blir gjort et relativt større innhugg i de minste inntektene. Å regulere noe av privatbiltrafikken ved å styrke kollektivtrafikken er et tiltak som vanligvis er mer populært blant publikum og kollektivselskaper. Men det kan være kostbart å hente inn midlene til subsidiering av kollektivtrafikken. Skyggeprisen på offentlige midler taler for at veipricing som virkemiddel gir større effektivitet. Inntekter fra veipricing kan brukes til å fjerne andre effektivitetshemmende avgifter eller til å finansiere samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter.

Jeg har satt opp en modell som tar for seg et gitt antall trafikanter, på en vei med gitt

kapasitet. Trafikantenes valg mellom å reise med bil eller med kollektivtransport blir bestemt i en logit modell. De som velger å kjøre bil vil bidra til kø for begge transportalternativer og forurensning som rammer alle i samfunnet. Det tas ikke noe valg av tid for reisen i modellen. Myndighetene som setter avgiften ønsker å sette den slik at de eksterne kostnadene ved kø og forurensning blir internalisert i trafikantenes beslutningsgrunnlag. I tillegg har myndighetene et behov for å skaffe offentlige midler. Inntektene fra avgiften blir veid med en skattefaktor siden inntektene kan brukes til å redusere andre effektivitetshemmende skatter og avgifter eller til å finansiere lønnsomme offentlige prosjekter. Jeg finner at den optimale rushtidsavgiften består av et Ramsey-ledd, som reflekterer et behov for offentlige midler, og et Pigou-ledd for å oppnå et optimalt nivå på kø og forurensning. Den optimale avgiften blir et veid gjennomsnitt disse. Ramsey-leddet forteller at avgiften kan settes høyere jo mindre elastisk etterspørselen etter bilreiser er. Pigou-leddet forteller at avgiften skal settes slik at konsumentene må betale for ulempene de påfører andre, i form av kø, forurensning og økt avgiftsnivå når en bilists deltagelse i trafikken øker miljøkostnadene (og dermed avgiften) for alle bilene i trafikken.

Innholdsliste

| | |
|--|-----------|
| 1. Innledning..... | 1 |
| 2. Veipricing og bompenger..... | 3 |
| 3. Transportens eksterne kostnader..... | 4 |
| 3.1 Veislitasjekostnader..... | 4 |
| 3.2 Ulykkeskostnader..... | 5 |
| 3.3 Miljøskostnader..... | 6 |
| 3.4 Køkostnader og Køprising..... | 11 |
| 4. Kapasitet og kapasitetsutnyttelse..... | 13 |
| 5. Erfaringer fra veiprisingprosjekter..... | 15 |
| 5.1 Stockholm..... | 15 |
| 5.2 London..... | 16 |
| 5.3 Singapore..... | 17 |
| 5.4 Milano..... | 18 |
| 5.5 Norge | 19 |
| 5.6 Oppsummering..... | 20 |
| 6. Modellen..... | 21 |
| 6.1 Grunnleggende antagelser..... | 21 |
| 6.2 Optimal veiavgift..... | 27 |
| 6.3 Virkninger for kollektivtrafikken..... | 30 |
| 6.4 Miljøavgift..... | 32 |
| 7. Fordelingsvirkninger..... | 34 |
| 8. Konklusjon..... | 37 |
| Referanser | 39 |

1. Innledning

I denne oppgaven skal jeg formulere en modell for veipricing med en avgiftsbelagt veistrekning og et kollektivt transporttilbud. Modellen bygger på en modell i et upublisert kapittel i en lærebok fra Jon Vislie og Steinar Strøm, hvor modellen består av en ny vei som bompengefinansieres og en gammel vei. En utdypning av denne modellen med en vei og to transportalternativer kommer som et memorandum fra økonomisk institutt under tittelen "A Discrete-Choice Model Approach to Optimal Congestion Charge" av Steinar Strøm og Jon Vislie .

William S. Vickrey kom i 1963 med påstanden om at på ingen andre viktige områder var prisingsspraksisen så irrasjonell, så utgått på dato og så med på å bidra til sløsing som innen urban transport. Mye har skjedd siden den gang, så man skulle kanskje tro at denne artikkelen også var utdatert. Som vi skal komme tilbake til har man noen steder gjort noe med prisingen av transport, men det er fortsatt langt mellom forsøkene på å prise reiser på tett trafikkerte veier etter samfunnsøkonomiske prinsipper.

Vickrey sin artikkel fra 1963 drar han frem to hovedområder hvor de samfunnsøkonomiske kostnadene og de prisene forbrukerne blir stilt overfor bør samsvare bedre. Forskjellen på den samfunnsøkonomiske kostnaden for reiser i rushtid og utenom rushtid er godt dokumentert innen transportøkonomien, men ikke mange byer har tidsdifferensierte veipriser. Det er også forskjeller på den samfunnsøkonomiske kostnaden for forskjellige transportmidler.

Optimal veipricing har blitt modellert blant annet av Marchand (1968) og Sherman (1971).

Marchand utleder optimal avgift for to alternative ruter i en generell likevektsmodell.

Sherman utleder optimale avgifter i rushtid og utenom rushtid når vi har to alternative transportmidler, bil og kollektivtransport. Sandmo (1975) finner løsninger for avgiftsbelegging av et eksternalitetsskapende gode når det offentlige må skaffe inntekter gjennom andre effektivitetshemmende skatter og avgifter.

Trafikantenes valg mellom å reise med bil eller med kollektivtransport blir i denne oppgaven

bestemt i en logit modell. Myndighetene som setter avgiften ønsker å sette den slik at de eksterne kostnadene ved kø og forurensning blir internalisert i trafikantenes beslutningsgrunnlag. I tillegg vil inntektene fra avgiften bli veid med en skattefaktor siden inntektene kan brukes til å redusere andre effektivitetshemmende skatter og avgifter eller til å finansiere lønnsomme offentlige prosjekter.

Kollektive transportmidler blir ofte subsidiert for å hjelpe til å opprettholde et godt kollektivt transporttilbud. Jon-Terje Bekken og Bård Norheim (2006) kommer i en analyse av optimale tilskudd til kollektivtrafikk i byområder fram til at en økning i tilskuddene i byene Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand og Tromsø på 150 millioner kr fordelt mellom byene vil kunne gi en gevinst på over 900 millioner kr hvis midlene fordeles etter samfunnsøkonomiske kriterier. Gevinsten ved fordeling etter bedriftsøkonomiske kriterier er beregnet til 233 millioner kr.. Dette vil gi flere passasjerer og gi en gevinst først og fremst i form av bedre tilbud og økt trafikantnytte, men også som følge av reduserte køkostnader. Det vises også at det er stort potensial for forbedring innenfor dagens tilskuddsrammer. Men det kan altså se ut til at kollektivtrafikken ikke får nok subsidier for en optimal allokering i situasjonen uten veipricing. En betydelig del av gevinsten her er riktignok mulig å hente med en samfunnsøkonomisk effektivisering av kollektivtilbudet innenfor gjeldende rammer. Ved å øke takstene for å finansiere økt frekvens ble det beregnet en gevinst på 745 millioner kr. Ca 550 millioner er da i form av økt trafikantnytte og ca 200 millioner i form av redusert kø. Hvis det er slik at det er ønskelig å endre fordelingen mellom reisende på transportmidlene til en større andel kollektivreiser, er det da om å gjøre å finne de rette virkemidlene for å oppnå en ønsket fordeling.

For å få en optimal ressursallokering kreves det at alle transportmidler prises etter samfunnsøkonomisk marginalkostnad. Da vil alle reiser som foretas ha en nytte som er større eller lik den kostnaden som samfunnet påføres. De eksterne effektene fra trafikken sørger for at dette ikke er tilfelle i et uregulert marked. De prisene konsumentene stilles overfor i et uregulert marked vil kunne gi en for høy andel av reiser som foretas med bil. Med perfekt veipricing og tilsvarende pricing av kollektivtransporten vil det samfunnsøkonomiske overskuddet maksimeres. Da må også eventuelle positive eksterne effekter av transporten tas med i regnestykket. Men kostnadene varierer såpass at det er nær sagt umulig å få til at hver

enkelt betaler nøyaktig den totale samfunnsøkonomiske kostnaden for enhver reise.

Det må da gjøres en avveining av hvor nøyaktig systemet skal være for å hente mest mulig av den potensielle gevinsten og hvor mye et slikt system vil koste.

I modellen jeg skal presentere skal jeg utlede noen regler for prising av bilreiser for å oppnå en optimal fordeling mellom reiser med privatbil og kollektive transportmidler. For å oppnå en best mulig bruk av tilgjengelig kapasitet i veinettet vil det være ønskelig å spre noe av trafikken også i tid. For beregninger av hvordan veiene bør prises kan man da se på reiseetterspørselen til forskjellig tider av døgnet. Mulighet for tilpasning hvor trafikantene endrer reisetidspunkt har jeg ikke inkludert i modellen. Jeg har derfor ikke noen variabler for tid på døgnet.

Men man kan gjerne tolke situasjonen jeg beskriver som trafikken i rushtid. Setter man inn i modellen for trafikken på ulike tider av døgnet, vil man kunne få en pekepinn på hvordan avgiften bør være til de ulike tidene. Totalt antall reisende vil da normalt variere stort avhengig av tiden på døgnet. Mange reisende vil føre til høye køkostnader, så da vil den optimale veiavgiften være høyere i rushtiden enn utenom.

2. Veipricing og bompenger

Veipricing er et avgiftssystem som har til hensikt å gjøre brukerkostnadene ved å bruke veien mer lik de reelle samfunnsøkonomiske kostnadene.

"Endringen i vegtrafikkloven § 7a i 2001 gir hjemmel til at det kan innføres vegpricing i et nærmere fastsatt område. Formålet med vegpricing er trafikkregulering med sikte på å korrigere for eksterne kostnader, som avhenger av når og hvor trafikken finner sted."

(stortinget.no, 2007)

Bompengers primære formål er finansiering av veiprosjekter. Selv om bompenger kan begrense trafikken og således bidra til redusert kø og mindre forurensning, er ikke hovedhensikten å endre folks atferd for å oppnå en bedre bruk av infrastrukturen.

Skal man ha en samfunnsøkonomisk optimal av utnyttelse av det eksisterende transportsystemet, bør prisen på alle reiser tilsvare den samfunnsøkonomiske

grensekostnaden. Den samfunnsøkonomiske grensekostnaden varierer imidlertid stort til forskjellige tider på døgnet og i forskjellige områder. Prisen på en reise bør altså avhenge av hvorvidt reisen fører til dårligere framkommelighet for andre trafikanter, og om den fører til miljøkostnader, veislitasje eller til økt ulykkesrisiko for andre i trafikken.

De optimale avgiftene vil da avhenge av strekning, tid og kjøretøytype eller transportmåte. Et system som tar nøyaktig hensyn til alle slike kostnader vil selvsagt bli umulig eller veldig kostbart å gjennomføre i praksis. Men veipricing kan brukes til å gjøre prisen mer lik de reelle kostnadene. Praktisk gjennomførbare løsninger som ikke gjør privat grensekostnad lik den samfunnsøkonomiske for alle reiser, men som tar sikte på oppnå et best mulig resultat med de tilgjengelige virkemidlene, kalles gjerne "nest-best-løsninger", i motsetning til den teoretisk optimale "beste-løsningen" hvor avgiften varierer i tid og sted avhengig av gjeldende køkostnader og andre eksterne kostnader. "Beste-løsningen" brukes ofte som en målestokk på hvor store gevinster man maksimalt kan oppnå og hvor mye av dette man kan hente inn ved hjelp av virkemidlene man råder over i "nest-beste-løsninger", for eksempel ved innkreving av en tidsdifferensiert rushtidsavgift i bomringen i Oslo.

Undersøkelser viser at de eksterne kostnadene pr kjørt kilometer er høyere i byer og tettsteder enn i spredtbygde strøk for alle transportmidler (Transportøkonomisk institutt, 2000a, Figur O.10.1). Videre er de eksterne kostnadene større når infrastrukturen nærmer seg kapasitetsgrensen. I rushtiden koster en reise samfunnet mer siden framkommeligheten blir dårligere for alle som bruker veien.

I Norge har vi flere steder med innkreving av bompenger til finansieringsformål, men ikke veipricing med tidsdifferensierte satser. Det har vært diskutert å innføre veipricing med tidsdifferensierte satser i de store byene.

3. Transportens eksterne kostnader

3.1 Veislitasje

Veislitasjekostnader er kostnader som kommer fordi veiene blir slitte og dårlige når de brukes

av kjøretøy. Det er to typer kostnader knyttet til veislitasje. Den ene delen er vedlikehold og reparasjonskostnader som følge av trafikken. Den andre er merkostnaden hvert enkelt kjøretøy har av å bruke veien når den er slitt eller ødelagt.

Newberys (1988a) teorem sier at eksternalitetene ved veislitasje er lik null eller neglisjerbare under visse forutsetninger.

Hvis kjøretøyer ikke kan bli belastet for hver enkelt vei de benytter, men avhengig av distanse og type kjøretøy, hvis veinettverket har en noenlunde uniform aldersfordeling, og hvis vedlikehold blir gjort når veiens tilstand når et forhåndsbestemt nivå, da er de gjennomsnittlige eksterne kostnadene ved veislitasje lik null i et spesialtilfelle, og neglisjerbare i det generelle tilfelle. Newbery viser da at den forventede marginalkostnaden tilsvarer den gjennomsnittlige vedlikeholdskostnaden.

I spesialtilfelle med null eksterne slitasjekostnader har man null vekst i trafikken og all slitasje blir forårsaket av kjøretøy. I det generelle tilfellet kan været og tiden ha innvirkning på veitilstanden og man kan og ha trafikkvekst. Eksternaliteten regnes for å være null i gjennomsnitt for veier i uniformt fordelte aldre. Med de vanskeligheter det innebærer å avgiftsbelegge kjøretøyer avhengig av alderen på veien de kjører på, sier Newbery at da vil avgiften måtte være basert på gjennomsnittet, igjen lik eller nær null. Det er altså slik at generelt så er ikke vedlikeholdskostnader en nødvendig post for å utlede regler for optimal veiprising.

Newbery tar i en artikkel fra 1986 opp veiavgifter med hensyn på køkostnader og veislitasjekostnader i sammenheng. Men veislitasjekostnader er ikke noe vi skal gå nærmere inn på i denne oppgaven.

3.2 Ulykkeskostnader

Ekstra kjøretøyer på veien øker sannsynligheten for at ulykker skal skje. En bilfører som er involvert i en ulykke kan bli rammet selv i form av personskade eller skade på kjøretøy. Men med en ekstra bil på veien øker også sjansen for at andre blir utsatt for trafikkulykker. Den økte sannsynligheten for ulykker for alle disse andre trafikantene blir ikke kjøretøyene

belastet tilstrekkelig for uten noen form for regulering. Ansvarsforsikring er lovpålagt i Norge og dekker skader på andres kjøretøy, eiendom og person inntil en bestemt sum. Men forsikring kompenserer ofrene bare delvis, og selv med en full forsikring som dekker alle kostnader, er det fortsatt en mulig eksternalitet (Newbery, 1988b). Hvis sannsynligheten for at en ulykke finner sted, avhenger av trafikk tettheten slik at marginalkostnaden overstiger gjennomsnittskostnaden, det vil si at elasticitet for ulykkesrisiko mhp. et ekstra kjøretøy er større enn én, da gir ikke forsikringen tilstrekkelig insentiver til å velge riktig antall kjøreturer. Hvis to biler er involvert i en ulykke og kostnadene blir dekket 100% av den ene bilfører, som er juridisk ansvarlig for ulykken, blir ikke den andre bilførerens opplevde personlige kostnad lik den samfunnsøkonomiske hvis det er slik at vedkommendes tilstedeværelse i trafikken øker risikoen for at det skal skje en ulykke.

Newbery (1988b) illustrerer med et eksempel hvor ulykkesrisikoen øker med kvadratet av trafikkmengden. Da vil den eksterne kostnaden bli lik den totale ulykkeskostnaden, som da bør belastes brukerne av veien for å få en samfunnsøkonomisk optimal bruk av veien. Men hvis trafikantene tar inn over seg den økte trafikken og viser mer forsiktighet når trafikken øker, er det eksemplet en overdrivelse av trafikkmengdens innvirkning på ulykkesrisikoen. I Newberys artikkel (1988b) oppgis det at Vickrey (1968, 1969) fant en marginal ulykkesrate på 1,5 ganger gjennomsnittet av data fra California, mens Department of Transport (1987) anslår en marginal ulykkesrate lik gjennomsnittet. Med denne marginalkostnaden må trafikantene tilpasse sin kjøring for å oppnå en konstant risiko for kjørt lengde. Denne tilpasningen har og en kostnad ved at man må kjøre mer forsiktig eller at noen ikke får reist på den måten de ville ha gjort dersom risikoen for ulykker hadde vært lavere. Et eksempel som nevnes i Newberys artikkel er barn som ikke får gå eller sykle den utrygge veien til skolen, og må geleides av sine foreldre. Hvis det er slik at ulykkesraten per km er den samme uavhengig av trafikk tettheten, kan det likevel være at kostnaden er økende med trafikk tettheten, ved at alvorligheten av ulykkene avhenger av trafikksammensetningen. Men i min modell vil avgiften settes for å regulere køkostnader og miljøkostnader.

3.3 Miljøskostnader

Veitrafikken er med å bidra til lokale og globale forurensningsproblemer. Den lokale

luftkvaliteten, spesielt i tettbebygde eller tett trafikkerte strøk kan være sterkt påvirket av den lokale trafikken. Lokale støyplager er også en ekstern effekt som trafikantene påfører andre. Veitransporten bidrar og til globale forurensningsproblemer. I Europa og USA står motoriserte kjøretøy for 32-98% av nasjonale utslipp av carbon monoxide (CO), skadelige organiske kjemikalier (VOC – volatile organic chemicals) og nitrogen oxid (NO_x) (Small og Kazimi, 1995: Table 1, gjengitt etter Small, Gómez-Ibanez, 1999).

Small og Gómez-Ibanéz oppgir fra Quinet (1994: p.58) en total samfunnsøkonomisk kostnad for støy og lokal luftforurensning på rundt 0.3 og 0.4 prosent av BNP i gjennomsnitt for studier gjort i land fra Europa, USA og Australia. Videre estimerer Small og Kazimi (1995) gjennomsnittlig helsekostnad som følge av lokal luftforurensning fra biler i Los Angeles området i 1992 til \$0.03 per kjørt MILE, altså rundt 0,09 kr per km (i 18.03.08 valutakurser). Hovedandelen av helsekostnadene som oppgis i de to undersøkelsene er fra økt dødelighet som følge av partikler som pustes inn, direkte eller indirekte gjennom opptak av stoffene i atmosfæren. Mindre alvorlige sykdommer som følge av ozon som formes i atmosfæren fra VOCs og NO_x utgjør mesteparten av de resterende kostnadene.

Knut Einar Rosendahl (2000) fra SSB har gitt estimater på de samfunnsøkonomiske kostnadene av helseskader og framskyndet dødelighet knyttet til luftforurensning i Norge. Veitrafikken står for en betydelig andel av disse kostnadene. I rapporten sier han : ”Potensialet for samfunnsøkonomiske gevinster kan derfor være betydelige ved effektive tiltak mot utslipp fra veitrafikk og andre kilder i byer og større tettsteder.”(Rosendahl, 2000; s 7).

En reduksjon i årsmiddelkonsentrasjonen av PM10 på 10 prosent vil redusere de samfunnsøkonomiske kostnadene med mellom 230 og 680 millioner kr pr år. Det er beregnet at en reduksjon i bileksos-partikkelutslippet i Oslo på 10 prosent vil gi en samfunnsøkonomisk gevinst på mellom 50 og 120 millioner pr. år (SFT, 2005; Tabell 3).

Blant de samfunnsøkonomiske helsekostnadene av luftforurensning har vi kostnader som går via markedet og kostnader som ikke kan måles direkte via markedsprisene.

Økt sykefravær, redusert arbeidsproduktivitet og økt sykebehandling er effekter som går gjennom markedet og har dermed kostnader i kroner som kan brukes til å verdsette de samfunnsøkonomiske konsekvensene.

Økt lidelse, redusert livskvalitet og framskyndet dødelighet kan være vanskeligere å verdsette.

Metodene som brukes når disse kostnadene skal beregnes er å avdekke betalingsvillighet for å unngå helseskader gjennom intervjuer, benytte markedspriser til indirekte anslag for goder som ikke omsettes i markeder og eksplisitt eller implisitt verdsetting fra myndigheter eller ekspertpanel. I rapporten brukes det dose-respons funksjoner for å verdsette verdien av helseeffektene. Dette gir reaksjonen på en enhets økning av en bestemt komponent.

Samfunnsøkonomiske kostnader skal kunne knyttes opp mot konkrete effekter på helse og miljø som følge av forurensning

Gyldigheten av dose-respons funksjonene ved lave konsentrasjoner bestemmes av en såkalt terskelverdi. I rapporten presenteres tre ulike forutsetninger om terskelverdi. Uten terskelverdi gjelder dose-respons funksjonen for alle konsentrasjoner av forurensning

Rosendahl beregner antall framskyndede dødsfall pga. langtidseksponering for partikkelutslipp PM_{10} til 2.200 uten terskelverdi. PM_{10} er partikler og slippes ut gjennom eksos fra kjøretøyer. Marginalkostnadene ved utslipp av PM_{10} er noe høyere for eksosutslipp enn andre kilder. Tapte leveår ved disse dødsfallene er gjennomsnittlig ca 7 år.

Antall framskyndede dødsfall grunnet langtidseksponering for PM_{10} blir halvert hvis en legger til grunn at det er null effekt for de som blir eksponert for årsmiddelkonsentrasjon under terskelverdi. Og ytterligere halvert med antagelsen om at kun differanse mellom terskelverdi og konsentrasjonsnivå er relevant.

Det tas ikke stilling til hvilke forutsetning om terskelverdi som er mest realistisk i rapporten.

Langtidseksponering for partikler kan også medføre utvikling bronkitt eller annen kronisk lungesykdom hos flere hundre personer hvert år, bortfall av flere hundre årsverk og flere tusen ekstra døgn på sykehus.

Det er usikre anslag for de samfunnsøkonomiske kostnadene. I Norge blir kostnadene fra helseeffekter av luftforurensning beregnet til mellom 3 og 28 milliarder kr årlig totalt (20-28 milliarder uten terskelverdi, 3-16 milliarder med terskelverdi).

Lokale bidrag står for 4-11 milliarder av kostnadene, regnet uten terskel. Lokale bidrag står for halvparten av kostnadene i Oslo. Oslos andel av de totale helseeffektene av luftforurensning i Norge er mellom 27 og 60 prosent avhengig av terskelverdi. Det er et høyt i forhold til Oslos andel av befolkningen på 11 prosent. Når det ikke legges til grunn noen terskelverdi for beregningene er det 600 dødsfall årlig i Oslo som framskyndes pga luftforurensning. Av de fire byene med de beste dataene i undersøkelsen, Oslo, Bergen,

Trondheim og Drammen, er marginalkostnaden ved utslipp av PM_{10} med unntak av veistøv høyest i Oslo.

Med veipricing ønsker vi å få en brukerkostnad som er mer lik de samfunnsøkonomiske marginalkostnadene. For Oslo ser vi de lokale bidragene utgjør en større andel enn for resten av landet, andelen av helsekostnadene er høyere enn befolkningsandelen skulle tilsi og marginalkostnadene ved utslipp er høyere enn andre steder. Dette skulle tilsi at det er lønnsomt å ha en avgift for å begrense trafikken, i byen, som står for mye av utslippene. Det opereres med forskjellig terskelverdier for konsentrasjonsnivå av partikler i rapporten. Er en eventuell terskelverdi grunn til pricing i byområder?

Hvis det er slik at helseeffektene først kommer man når et visst konsentrasjonsnivå, vil det kunne bety at utslipp ved lite trafikkerte områder har liten helsekostnad, mens utslipp i byområder hvor man er over terskelverdien medfører større helsekostnader. Det er altså usikkerhet om det finnes en nedre grense hvor dose-respons funksjonene er gjeldende.

I en annen rapport mener Rosendahl (1998) det ikke kan finnes noe terskelverdi som gjelder generelt for befolkningen, men at det er individuelt.

I rapporten knyttes økonomisk aktivitet og miljøforhold opp mot hverandre i en integrert modell hvor produksjon og konsum virker inn på miljøtilstanden, samtidig som miljøtilstanden påvirker produksjonskapasiteten i økonomien. Miljøkostnadene som studeres er korrosjon på bygninger og biler, ødelagte avlinger som følge av høye ozon-nivåer og helsekostnader av luftforurensning. Når forurensningskostnadene integreres i modellen, øker de beregnede samfunnsøkonomiske kostnadene betraktelig. Årlige vedlikeholdskostnader som følge av korrosjonskostnader på bygningsmaterialer og biler grunnet luftforurensning beregnes til 200 millioner kr. Med disse kostnadene integrert i modellen blir de samfunnsøkonomiske kostnadene nesten 300 millioner kr årlig. Da øker brukerprisen på kapital, og kapitalnivået faller. Dette fører igjen til at den økonomiske veksten avtar. Den teknologiske utviklingen kan imidlertid bidra til å redusere kostnadene. Det forventes en betydelig teknologiutvikling, samt nedgang i antall biler med piggdekk framover. Det forventes en reduksjon i konsentrasjonsnivået av PM_{10} og NO_2 på 34-40 prosent, selv med en forventet trafikkøkning. Beregninger for de samfunnsøkonomiske kostnadene av luftforurensning i Oslo sier at kostnadene kan falle med 25-60 prosent fram mot 2010 (Rosendahl, 2000).

I modellen skal vi forutsetter at drivstoffavgiftene gir et riktig nivå på kostnadene ved drivstoff generelt. Det vil si at veiprissingssavgiften skal reflektere merkostnader som kommer av trafikkmengden eller av beliggenheten. Marginalkostnaden ved PM₁₀ partikkelutslipp av et gjennomsnittlig dieselskjøretøy i de største byene er beregnet til mellom 1 og 10 kroner literen i Rosendahl (2000), dette er uten virkning av klimaeffekt, sur nedbør, materielle skader, skader på vegetasjon eller økt kreftrisiko. For bensin er den eksterne kostnaden av PM₁₀ ti ganger mindre per liter. Drivstoffavgiftene ligger på 4,28 kr/l for svovelfri bensin og 4,32 kr/l for lavsvovlet bensin mens for diesel er avgiften 3,30 kr/l for svovelfri mineralolje og 3,35 kr/l for lavsvovlet mineralolje (regjeringen.no, Tabell 1).

CO₂ utslipp er gjennomgående høyere for bensinbiler enn diesel, mens dieslbiler har større negativ virkning på lokal luftkvalitet og helse (sft.no).

Optimalt burde drivstoffprisene tilsvare de marginale samfunnsøkonomiske kostnadene. Om drivstoffavgiftene gir samfunnsøkonomisk riktige priser skal vi ikke ta stilling til her. Men selv om forholdet mellom avgiften på drivstofftypene skulle være riktig, vil marginalkostnadene variere med tid og sted, avhengig av trafikkflyten og lokal eksponering for utslipp. Hvis vi utelukker muligheten for lokale drivstoffavgifter, vil veiprissing kunne være viktig for å gjøre marginalkostnaden for bilistene mer lik den samfunnsøkonomiske marginalkostnaden.

I hovedsak kan vi si at kødannelse er avhengig av tid og sted, mens omfanget av forurensning avgjøres av egenskaper ved kjøretøyet og kjøremåten (Small, Gómez-Ibanez, 1999, s. 1960). Er det kø, vil riktignok bilistene måtte tilpasse seg trafikken. Kjøremåten vil da avhenge av køforholdene. CO og VOC utslipp går opp om trafikkflyten er dårlig så man får en "stop-and-go" trafikk. Mens NO_x utslipp øker med gjennomsnittsfarten. Det samme gjør CO og VOC utslipp i hastigheter høyere enn typisk for motorveier med moderat kø (Small, Gómez-Ibanez, 1999, s.1960).

Konklusjonen til Small og Gómez-Ibanez er at virkemidler for regulering av kø og forurensning kan bidra positivt til begge mål, men må tilpasses og beregnes for hvert mål. Men mye tyder på at luftforurensning utgjør bare en liten andel av de marginale samfunnsøkonomiske kostnadene ved bilkjøring i byområder. Så en avgift kun for luftforurensning vil ikke ha en stor innvirkning på totalt antall reiser. Virkemidler for å redusere luftforurensning bør da i hovedsak rettes inn mot reduksjon av utslipp per kjøretøy. Men hvis utslipp per kjøretøy øker når kønivået øker eller farten synker, vil det være et

naturlig hensyn å ta under utforming av et veiprisingssystem. Ikke minst vil kostnadene knyttet til forurensning være avhengig av hvor mange som eksponeres for utslipp og støy fra trafikken.

Selv om de marginale utslippene er like for en ensom bil på fjellet og en bil i kø i rushtiden inn til hovedstaden, vil den marginale helsekostnaden av forurensningen være større for køtrafikken. Utslippene vil ramme de andre brukerne av veien og andre som puster inn utslippene.

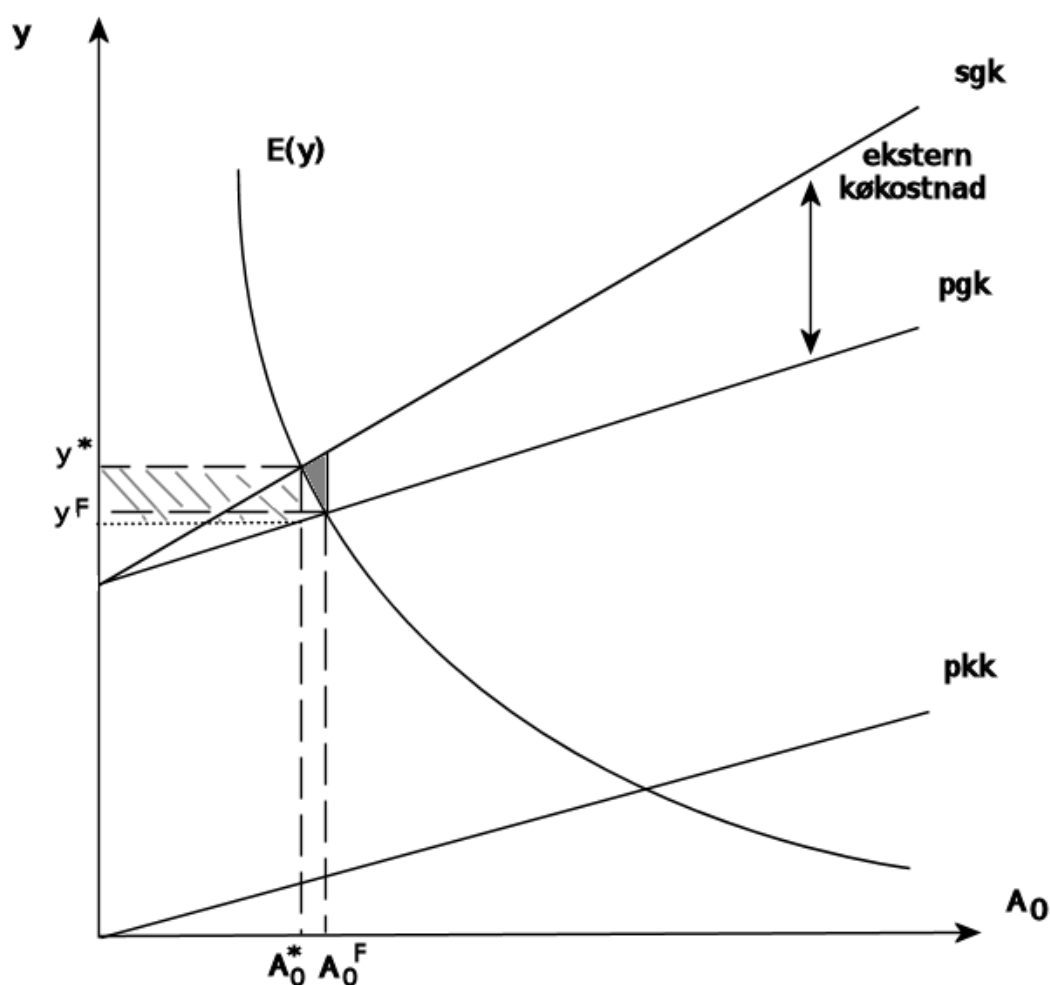
3.4 Køkostnader og Køprising

Køer oppstår når en trafikants tilstedeværelse i trafikken påvirker de andre trafikantenes fremkommelighet. Et velferdstap oppstår når bilistene påfører andre en kostnad i form av økt køtid som de selv ikke blir belastet for. Når kapasiteten på en vei ikke er stor nok til alle som ønsker å bruke veien, må plassen på veien rasjoneres på en eller annen måte. Kø i seg selv er en rasjoneringsmetode (Bramness og Christiansen, 1976). Køer vil som andre rasjoneringsmekanismer begrense etterspørselen etter et gode. Forskjellen mellom en upriset og en priset vei for konsumentene er at de betaler med å bruke tid istedenfor å betale en pris. Noen vil være villig til å betale for å komme fortere frem. Men for samfunnet har kørasjonering en ekstra kostnad i forhold til prisrasjonering fordi det legger beslag på realressurser. Trafikantene vil bruke tid i kø som kunne vært brukt til andre, mer produktive aktiviteter. De som blir priset av veien fordi de verdsetter beløpet det koster å kjøre høyere enn tiden spart ved reduksjon av køene, vil oppleve at noen ressurser blir tatt i fra dem. Men ser vi bort fra kostnader ved selve innkrevingssystemet, vil ikke en rushtidsavgift legge beslag på noen realressurser. Avgiften blir bare en ren overføring, som i prinsippet kan være mulig å føre tilbake til de som taper på veiprisingen.

Figur 1 viser sammenhengen mellom kostnad og antall reiser. Kostnaden på y-aksen representerer her både pengekostnader inkludert avgifter og tidskostnader brukt på reisen. Trafikkmengden, A_0 , måles bortover som andel bilister av totalt antall trafikanter. Grensekostnaden øker når trafikkvolumet øker da tidsbruken øker med faktor h når andelen bilister øker. Den økte kostnaden utover kostnad med fri flyt i trafikken, dvs. null kø, er

representert nederst som pkk. Uten køavgift får vi en andel bilister A_0^F til kostnaden y^F , hvor etterspørselskurven krysser den private grensekostnadskurven. Men i dette punktet er den samfunnsøkonomiske kostnaden høyere enn marginal betalingsvillighet målt langs etterspørselskurven $E(y)$. Grunnen til dette er køkostnaden bilistene påfører andre som de selv ikke tar hensyn til. Bilistene vil fortsette å være bilister til de må betale en marginalkostnad lik den marginale nytte de får fra én ekstra biltur. Med underprising av køkostnadene vil det da foretas flere reiser som koster mer enn nytten av reisen. Når denne ikke er internalisert i markedet, får vi et effektivitetstap tilsvarende det grå feltet i figuren. Hvis bilistene pålegges en avgift tilsvarende den marginale eksterne køkostnaden i optimumspunktet, slik at privat grensekostnad tilsvarende samfunnsøkonomisk grensekostnad, får vi en optimal tilpasning med bilistandel A_0^* til kostnad y^* . Inntektene fra avgiften tilsvarende det skraverte området.

Figur 1:



(Arnott, 2005)

Som diskutert i Bramnes og Christiansen (1976) trenger man ikke fjerne alle køer for å maksimere velferden ved et gitt kapasitetsnivå. En avveining mellom antall bilturer og ventetid i kø må bestemme det optimale nivået. Jo flere bilturer en ønsker å foreta, jo mer kø må en akseptere. Den optimale tilpasningen finner sted når marginalt konsum verdsettes lik en marginal køreduksjon. Det er da ikke mulig å oppnå noen høyere nytte ved å redusere både kø og konsum. Da betaler man for konsumet av den knappe ressursen veikapasitet med køtid og en pris slik at den ekstra tiden en må bruke, ikke verdsettes høyere enn prisen man måtte ha betalt for å redusere reisetiden.

I rapporten "Vegprising, kollektivtiltak og sosial ulikhet" (Minken, 2005) har Transportøkonomisk institutt beregnet en årlig netto nyttegevinst ved "first-best" veipricing i Oslo på rundt 1,5 milliarder kroner hvis en også tar hensyn til skyggeprisen på offentlige midler i fastsettelse av avgiften, og rundt 500 millioner hvis skattefaktoren ikke teller med. Ved bruk av riktig sats på den nåværende bomringen er de årlige gevinstene beregnet til 400 millioner kroner med hensyn til skattefaktoren og 100 millioner uten. Dette ville gitt henholdsvis over 2 milliarder og rundt 500 millioner kroner i inntekt fra bomringen. Den samfunnsøkonomiske lønnsomheten er beregnet i forhold til et referansealternativ som gjenspeiler situasjonen mot slutten av 90-åra, men med null veiavgift.

4. Kapasitet og kapasitetsutnyttelse

En måte å møte stor etterspørsel på er å øke tilbudet, dvs. å utvide kapasiteten. Men å bygge seg helt ut av alle køproblemer på de mest trafikkerte områdene vil kunne bli svært kostbart og vil ofte være ulønnsomt. For å bestemme hvor mye kapasitet det er optimalt å investere i, må da også den tilgjengelige kapasiteten utnyttes på en lønnsom måte.

Underprising i trafikken fører til overutnytting av veikapasiteten. Overutnytting av eksisterende kapasitet henger ofte sammen med overinvestering i utvidet kapasitet (Bramness og Christiansen, 1976; s.83).

Kostnaden ved å forbedre veikapasiteten må veies opp mot de gevinstene en slik utbygging

gir. Gevinstene fra en utvidelse av kapasiteten vil være at de direkte kostnadene ved å bruke veien går ned gjennom drivstoff- og gummiforbruk og at tidsforbruket reduseres. Kostnaden vil være lik avkastningen fra en alternativ anvendelse av ressursene. Da må gevinstene fra kapasitetsutvidelsen være større enn gevinstene fra en alternativ anvendelse av ressursene. Ved avveining av marginale veiinvesteringskostnader opp mot marginal købesparelse, vil købesparelsen være større jo større trafikkvolum en har. Et underpriset veisystem vil føre til et overoptimalt trafikkvolum, og det vil bli overinvestert. Verdien av køreduksjonen vil da være mindre verdt for konsumentene enn ved en alternativ anvendelse i form av økt konsum.

Siden køtiden er med på å bestemme reisetilpasningen til mange, vil ekstra kapasitet gi flere reisende og på den måten kan køproblemet bli det samme. Utvidet kapasitet gir flere reisende som drar nytte av veien, men ikke nødvendigvis mindre kø.

Et klassisk tilfelle (Vickrey, 1969) er en situasjon hvor man har en vei med kø og en alternativ rute som er langsommere eller er en omvei i forhold til hovedveien, men uten nevneverdige køforsinkelser. Investering i utvidet kapasitet for å lette køen på den mest trafikkerte veien vil da kunne dra med seg nok trafikk fra den alternative ruten til at køsituasjonen blir den samme. Likevekten for de to uprisede veiene oppstår når reisetiden på de to utligner hverandre. Er trafikkvolumet stort nok, som i rushtiden, fører kapasitetsutvidelsen ikke med seg noe forbedring i tidsforbruket på veien. På den måten kan en kostbar investering vise seg verdiløs, nettopp fordi det ikke koster noe å bruke veien.

Hadde brukerne av den utvidede veien betalt en avgift som ledet noen av trafikantene til den alternative ruten, ville noe av køen på den avgiftsbelagte forsvinne og reisetiden gått ned. Forutsetningen er da at det ikke skal oppstå kø på den alternative ruten. De som velger å bruke den vil da bruke samme reisetid som før, og den samme som på den utvidede veien med kø tilsvarende utgangssituasjonen. Mens de som verdsetter den sparte reisetiden på den nye, utvidede veien høyere enn avgiften det koster å bruke den, vil tjene på investeringen.

Ofte er kapasitetsbehovet mye større i rushtiden og investeringer ikke nødvendig ellers på dagen. Kostnadsnivået er i stor grad bestemt av aktiviteten i den perioden med mest trafikk (Vickrey (1963) s 453). Da er kapasitetsgrensen i veinettet nærmest nådd og da vil også etterspørselen etter kollektivtransport avgjøre kapasitetsbehovet med tanke på antall vogner, busser og sjåfører. Er trafikken mye større i små perioder enn resten av døgnet må

kollektivselskapene ha ekstra seter som man ikke får samme nytte av resten av døgnet. For optimal utnyttelse av ressursene bør det derfor tas hensyn til at kostnadene ved å betjene passasjerer varierer i løpet av døgnet. Har man ledig kapasitet i kollektivtrafikken, vil marginalkostnadene bli mindre jo flere som bruker kollektivtrafikken. Men må man investere i utvidet kapasitet, vil etterspørselen i rushtiden gi ekstra store kostnader. Ønsker man å unngå for høye investeringskostnader i kollektivtrafikken, vil det da være ønskelig å spre også noe av kollektivtrafikken i tid. Optimalt bør prisene i kollektivtrafikken også gjenspeile grensekostnaden. Prisen for å kjøre kollektivt er imidlertid eksogent gitt i modellen.

I forhold til biltrafikken er det altså ønskelig å ha en høy andel kollektivreisende i rushtiden. Men man må også se på hva dette gjør med kapasitetsbehovet for kollektivtrafikken og hvilke kostnader dette medfører. Landområder er dyrt å bruke. Køer er ofte et problem i byområder hvor befolkningstettheten er stor og økende. Å utvide veinettet med flere filer, vil legge beslag på stor plass. Ettersom befolkningstettheten øker i et område og flere ferdes der blir det jo ikke akkurat billigere og lettere å finne plass til å utvide veikapasiteten. Det vil kunne bli nærmest praktisk umulig å bygge ut kapasiteten nok og virkemidler for å utnytte kapasiteten best mulig kan bli enda viktigere. Vi ser at det er et behov for fordeling av trafikantene både i tid og på transportmiddel.

Velger man bygge seg ut av køproblemene, vil de andre eksterne kostnadene likevel kunne bli veldig høye. I en storby vil forurensning fra veitrafikken kunne ødelegge luftkvaliteten om man ikke gjør noe for å begrense utslippene eller trafikken.

5. Erfaringer fra veiprisingsprosjekter

5.1 Stockholm

Stockholm startet en forsøksordning med økt satsing på kollektivtrafikken fra august 2005 og innføring av rushtidsavgift fra januar 2006. Resultatet av ordningen var minsket biltrafikk og bedre fremkommelighet. Den reduserte trafikken førte også til mindre miljøskader og bedre trafikksikkerhet (Stockholmsförsöket). En folkeavstemning ble avholdt i Stockholm høsten 2006, og veiavgift ble besluttet innført som en permanent ordning. Prisen på å passere

bomstasjonene inn til sentrum varierer mellom 10 kr tidlig morgen og kveld, og 15 og 20 kr i den mest trafikkerte perioden på hverdager innenfor tidsrommet 06.30 – 18.29. Mellom 18.30 og 06.29 er passering gratis (Vägverket). Etter prøveperioden la en analysegruppe fram en rapport hvor de evaluerte virkningene (Stockholmsförsöket). Målet med avgiftene var å redusere den påvirkede trafikken i morgen- og ettermiddagsrushet med rundt 10-15 % for å bedre fremkommeligheten på de mest belastede strekningene i rushtiden. Virkningen var større enn forventet. Omtrent 22% færre bilreiser ble foretatt i avgiftsperioden. Men også utenfor avgiftsperioden og avgiftssonen ble trafikken mindre. I sentrumsområdet innenfor bomringene var reduksjonen mindre. Det var også tegn på at de som kjørte bil innenfor bomringen i utgangspunktet dro fordel av den reduserte trafikken og kjørte mer.

Resultatene viser en forbedring for dem som kjører inn til byen ved at reisetiden ble mindre og mer forutsigbare. Den totale mengden partikkelutslipp i forbindelse med veitrafikken falt med ca 5 % totalt og ca 10 % i sentrumsområdet. Fremkommeligheten for busser økte etter avgiften, som gir en mer punktlig kollektivtrafikk, men rutetabellene ble ikke endret under forsøksperioden. Det ble ikke funnet noen signifikant økning i antall kollektivreisende etter satsingen høsten 2005. Man kan ikke utelukke at det fantes en økning, men passasjerstatistikkene har ikke forandret seg så mye at man kan finne en klar økning som følge av tilbudsforbedringen. Våren 2006, etter innføring av rushtidsavgiften, regner en med at antall kollektivreiser økte med ca 4,5 % som følge av veiavgiften.

5.2 London

Ved starten av 90-tallet var gjennomsnittsfarten for turer gjennom London lavere enn ved begynnelsen av 1900-tallet, før bilens tid (Leape, 2006).

London kjennetegnes spesielt ved at veikapasiteten i bykjernen er liten og ikke utbygget på lang tid. Det er tilrettelagt godt for alternativer til bilen som å gå, ta taxi, buss eller undergrunnen. London og borgermester Ken Livingstone introduserte en fempunds avgift for kjøring i sentrumsområdet hverdager mellom klokka 07.00 og 18.30 fra 17. februar 2003. Avgiften ble økt til 8 pund i juni 2005 (Minken, 2005). Mange var svært kritiske til ordningen før man startet. Protestene kom fra berørte bilister, fagforeninger, media og politikere. Den konservative borgermesterkandidaten lovet å få en slutt på avgiftsinnkrevingen hvis han ble

valgt. Men protestene har stilnet i etterkant av oppstarten på programmet. Mange har skiftet syn etter å ha sett virkningen, og innen en måned etter oppstarten, trakk den konservative kandidaten tilbake sitt ønske om å avslutte programmet.

Litman (2005) rapporterer en reduksjon på 20% i biltrafikken de første månedene som gjorde at andelen bilreiser inn til sentrum gikk fra 12% til 10%. Dette tilsvarer ca 20 000 kjøretøy per dag. Ifølge Minken (2005) var det en observert nedgang i biltrafikk på 15%, med 18% nedgang i trafikken over sonegrensa. Det har resultert i redusert køtid med 30% i forhold til 80-åra, en 21% fartsøkning for biltrafikken innenfor avgiftssonen. Over halvparten av de som har endret reisemønster har gått over til kollektivtransport. Av en reduksjon på 65-70 tusen kjøretøyer daglig, har 35-40 tusen gått over til kollektiv, 15-20 tusen har funnet ruter utenom avgiftssonen og 5-10 tusen har gått over til andre reisemåter som taxi, bilpassasjer, gange, sykkel eller moped. Siden det er samme takst i hele betalingsperioden, og betalingsperioden er såpass lang, har som ventet få endret reisetidspunkt.

Busstilbudet ble vesentlig styrket i forkant av avgiftsinnføringen. Samtidig var 85% av reisene inn i sentrum i morgenrushet kollektivreiser i utgangspunktet, et relativt høyt tall i forhold til andre byer. Til sammenligning er andelen kollektivreisende i Oslo av henholdsvis totalt antall reiser og motoriserte reiser 19 % og 54 % innenfor indre by. På reiser mellom indre og ytre by i Oslo er kollektivandelen på litt over 40 % (Nordbakke og Vågane, 2007).

En 27% økning i busseter i forkant av innføringen kan trolig i seg selv være grunn til 10% økt etterspørsel etter bussreiser (Minken, 2005).

Etter at betalingen startet, ble fremkommeligheten for busser bedre. Mindre kø ga 6% økt hastighet for bussene. Mer robuste rutetabeller bidrar til at hastighetsøkningen for bussene var mindre relativt til resten av trafikken. For bussen fikk man en 60% reduksjon i køforårsakete forsinkelser.

5.3 Singapore

Singapore er en liten øy med over 4 millioner innbyggere. Det er en av de landene i verden med høyest befolkningstetthet (Chin, 2005). Knappheten på landområder til å utvide

veikapasiteten er med på å styrke behovet for regulering av trafikketterspørselen. Veiprising ble første gang innført i 1975. Systemet og takstene har blitt oppdatert jevnlig og i dag er det et elektronisk basert system. Avgiften startet på 3 dollar med innkreving i morgenrushet og ble økt til 5 dollar i 1980. (1 Singapore dollar tilsvarer er 3,69 NOK per 7. mars 2008.)

En grundig gjennomgang ble gjort i 1989 som resulterte i en tilbakegang til 3 dollar per dag, da med betaling både i morgen og ettermiddagsrushet. I 1994 ble avgiften differensiert med to satser, 3 dollar for å kunne kjøre hele dagen og 2 dollar for kjøring om formiddagen.

Trafikken inn i sonen ble innledningsvis redusert med 44%, men etter at sysselsettingen i byen økte med en tredel og antall kjøretøyer økte med 77% var trafikkreduksjonen på 31 % i 1988. Chin finner ikke noe bevis på noen signifikant overgang til kollektivtrafikk.

Minken (2005) sier det er usikkerhet om virkningen på kollektivtrafikk. Han finner undersøkelser som viser fra ingen til 19% overgang til kollektivtrafikk. Ifølge

Balcombe(2004) rapporterer Chin (1996) at fordeling på bil og kollektivreiser var på 56% med bil og 33% med buss før veiprisingen ble iverksatt i morgenrushet mens det var 46% på begge etter innføring om morgenen og liten forskjell om ettermiddagen. Dette skyldes angivelig at familiemedlemmer kjører inn til byen for å hente far på ettermiddagen, en bivirkning som ikke er spesielt sannsynlig å observere i Norge.

Dagens elektroniske system har ulik sats på ulike punkter og for hver halvtime per passering. Brukerne er utstyrt med et smart-kort hvor en avgift trekkes fra smart-kortet for hver passering. Med avgift for hver passering, i motsetning til det gamle systemet, har trafikken gått ned med ytterligere 10-15 %. Dette til tross for at avgiften nå ligger på et lavere nivå på mellom 0.50 og 2.50 Singapore dollar. Mange trafikanter som tok flere reiser i løpet av dagen har nå latt bilen stå ved for eksempel møte- og lunsjturer i løpet av arbeidsdagen.

Minken (2005) og Chin (2005) rapporterer en reduksjon i inntektene fra det nye elektroniske systemet på henholdsvis 60 og 80 prosent.

5.4 Milano

I 1992 innførte flere italienske byer avgift for passering inn til sentrum med hensikt å beskytte kulturverdier og historiske verdier i deler av sentrum. I Milano ble antall bilturer inn til sentrum halvert etter at avgiften ble innført. 46% av reduksjonen var overgang til

kollektivtransport (Orski, 1992, gjengitt etter Minken, 2005).

I januar 2008 innførte Milano veipricing med avgift fra 2 til 10 euro for å kjøre inn i en åtte kvadratkilometers sone i sentrum. Elektriske biler og hybridbiler er sammen med noen andre biler med lave utslipp untatt fra avgiften. Forventet årlig inntekt fra systemet er ca 24 millioner euro. Omkring to tredeler av inntektene skal gå til å forbedre kollektivtransporten (New York Sun, nettavis, 03.01.08).

5.5 Norge

Bergen

Bergen har en bompengering med betaling inn til sentrum. Noen bomstasjoner har toveis innkreving (brotunnel.no). Avgiftsinnkreving var tidligere mandag til fredag 06.00-22.00, mens det nå er betaling hele døgnet. Minken (2005) oppgir fra Ramjerdi et al. (2004) en reduksjon trafikken på under av 3% .

Oslo

Minken (2005) finner anslag for reduksjonen i biltrafikken ved introduksjon av bomringen i Oslo fra nær 0% (Wærsted 1992) til 10% (Solheim 1992). Et anslag på 3-4% (Ramjerdi 1994) sees som mest trolig.

I følge Ramjerdi (1994) har bomringen i Oslo hatt størst virkning på transportmiddelvalget for arbeidsreiser, mens for fritidsreiser har bomringen hatt større virkning på reiseomfanget (gjengitt etter Minken, 2005).

Virkningen på kollektivetterpørselen ville trolig kunne blitt mindre med tidsdifferensierte satser pga. muligheter for å tilpasse seg ved å endre reisetidspunkt.

Trondheim

For Trondheim er det anslått en 10% reduksjon i trafikken i betalingsperioden og 8-9% oppgang utenom betalingsperioden (Meland 1995; gjengitt etter Minken, 2005)).

Bomringen i Trondheim ble lagt ned 31.12.2005 (vegvesen.no).

5.6 Oppsummering

Vi ser altså at trafikken har blitt redusert og fremkommeligheten forbedret i byene, spesielt i London, Stockholm og Singapore som har veipricing for å bedre trafikkavviklingen.

Hovedformålet med de norske bomringene er skaffe penger til investeringer i infrastruktur, men demper allikevel trafikken. Hvor mye reduksjon i trafikken som er ønskelig vil variere stort fra by til by, avhengig av de eksterne kostnadene trafikken fører til.

Arnott (2005) advarer mot at effektivitetsgevinsten fra veipricing totalt ikke nødvendigvis er så store. Store køer oppstår som et resultat av stor økonomisk aktivitet i et konsentrert område. Denne konsentrasjonen av økonomisk aktivitet kommer alle til gode gjennom økonomisk vekst og flere, mer varierte og billigere produkter. Noe av det som trekker folk til urbane områder er nettopp denne nærheten til folk, aktiviteter og til fasiliteter.

Køer er da bare en kostnad som må bæres for å oppnå disse fordelene. Som vi har vært inne på er det ikke noe mål å fjerne alle køer, men redusere dem til en mer optimal utnyttelse av kapasiteten. Innføring av køprising vil lede til en umiddelbar reduksjonen i køen, men med økende etterspørsel etter reiser i byene, vil veksten i køene fortsette. Arnott vektlegger derfor at selv om køprising kan være et egnet virkemiddel, er det bare ett av flere nødvendige tiltak for å hankses med køer i byene.

Ved vurdering av tiltak som å innføre en rushtidsavgift må kostnader ved etablering og drift av veipricingssystemet vurderes opp mot gevinstene fra tiltaket. Utformingen av systemet vil måtte bli en avveining mellom hvor mye av den potensielle gevinsten en skal hente ut, og hvilke kostnader den nødvendige teknologien for å hente ut gevinstene medfører. For London kommer Prud'homme og Bocajero (2005) i en nytte-kostnadsanalyse fram til at nettogevinsten fra avgiftssystemet er små eller negative. De økonomiske gevinstene beregnes til under 60% av kostnadene. Noen av disse kostnadene er dog faste kostnader, mens andre kan elimineres ved å ta hensyn til den allmenne nytten av å lære fra Londons feil ved utforming av systemet. Politiske motstand mot veipricing er og har lenge vært en stor barriere. Ifølge Arnott kan

avgiften i London grovt sett sees som at bilister bosatt utenfor byen som betaler for bedre kollektivtilbud til de i sentrum.

Et annet hensyn å ta ved innføring av en rushtidsavgift er om prising av reiser fører til uheldige vridninger i andre markeder. Fra før gjør substitusjonseffekten av en inntektsskatt at fritid blir vurdert høyere enn arbeid i forhold til den samfunnsøkonomiske nytten. Siden reisen til jobben henger sammen med arbeid, vil en økning i prisene på tiden da flest reiser til jobb kunne føre til ytterligere vridninger i arbeid/fritid avveiningen. Parry og Bento (2002) finner empirisk at denne effekten er kvantitativt betydelig (gjengitt etter Arnott, 2005).

Trafikken kan og ha positive eksterne virkninger. Arnott (2007) viser at med en arbeidstakers tilstedeværelse på jobb over tid vil det finnes stordriftsfordeler som er eksterne for bedriften. En rushtidsavgift påvirker hvor ofte arbeiderne kan forventes å være tilstede på jobb. Da vil en rushtidsavgift hemme effektiviteten på grunn av redusert produktivitet. Slike positive eksterne virkninger som har sammenheng med antall reiser som foretas, må da tas med i beregningene når en rushtidsavgift skal bestemmes.

Men i modellen har vi et gitt totalt antall reiser, og en avgift brukes til å fordele disse reisene mellom bilreiser og kollektivreiser. Når de positive eksterne virkningene ikke avhenger av transportmiddelet som blir brukt, vil det da ikke ha noe å si for beregning av avgiften i modellen.

6. Modellen

6.1 Grunnleggende antagelser

I større transportmodeller vil ofte å sykle, gå eller ikke å reise være alternativer. Hvis man innfører en rushtidsavgift vil det også kunne føre til at noen endrer reisetidspunkt slik at man får en jevnere fordeling av trafikken.

Vi tar for oss en strekning hvor vi har et gitt antall, N , trafikanter som reiser enten med privatbil eller kollektivtransport. Det vi er interessert i å finne ut av er altså noe om hva som

er en ønsket fordeling mellom andelen som bruker privatbil og kollektivtransport.

En viktig forutsetning er da at kollektivtransport virker som et reelt alternativ til å kjøre bil, så trafikantene faktisk har valget mellom de to.

Nytten ved bruk av privatbil på strekningen er gitt ved u_0 og nytten ved kollektivreise ved u_1 .

$$(1) \quad u_0 = a_0 - bp_0 - gt_0$$

$$u_1 = a_1 - bp_1 - gt_1$$

p_0 er pengekostnad ved bilkjøring, $p_0 = p_{00} + q$, hvor q er rushtidsavgiften, og p_{00} bensinutgifter og andre kjørekostnader.

Pengekostnadene ved bruk kollektivtransport er p_1 .

t_0 og t_1 er tiden det tar å trafikkere strekningen med de ulike transportmidlene.

a_0 , a_1 , b og g positive konstanter. Forskjeller i a_0 og a_1 kan tolkes som at konsumentene har forskjellige preferanser for om de foretrekker bil eller buss uavhengig av tids- og pengebruk. b måler endret nytte som følge av forandringer i prisen på bruk av transportmiddelet og g måler endret nytte som følge av endret tidsbruk.

Varierer vi p_0 og t_0 for et gitt nyttenivå får vi:

$$(2) \quad -b \cdot dp_0 - g \cdot dt_0 = 0 \quad ,$$

Da kan vi finne hvor mye bilistene er villige til å betale for å komme et minutt raskere frem ved å sette $dt_0 = -1$:

$$(3) \quad dp_0 = \frac{g}{b}$$

Det hører med til forutsetningene at responsen på en prisendring eller endret tidsbruk er lik for bilister og kollektivtrafikanter. Så da er g/b hvor mye (målt i kroner) trafikantene er villige til å betale for å komme ett minutt raskere frem.

I modellen forutsettes det at køer bare skjer som følge av privatbilisme. Busser og trikker kan i realiteten også bidra til køer, men har vi en større andel biler enn busser og trikker og vi regner med flere passasjerer per buss eller trikk blir hver enkelt kollektivpassasjer sitt bidrag til køene såpass små at vi overser dette.

Tidsbruken for hvert transportmiddel regner vi derfor som en funksjon av antall bilister. Hvis vi ser på feks. T-bane, tog eller buss som har eget kollektivfelt, vil vi ikke ha samme

køproblem. Bruker kollektivtransporten samme felt som resten av trafikken derimot, vil kønivået påvirke fremkommeligheten. Bil og kollektivreiser har fått hver sin parameter for tidsbruk som følge av kø, som kan tolkes som at noe av kollektivtrafikken er upåvirket av trengselen.

Tidsbruken med henholdsvis privatbil og kollektivtransport blir da :

$$(4) \quad t_0 = t_{00} + hNA_0$$

$$t_1 = t_{10} + \gamma NA_0$$

h og γ er positive konstanter, som sier hvor mye ekstra tid en reise tar som følge av økt antall bilister. Vi antar at tidsbruken med bil er mer påvirket av køforhold enn tidsbruk med kollektivtransport, så $h > \gamma$.

A_0 og A_1 er andelen bilister og kollektivreisende av totalt antall reisende.

t_{00} er tiden det tar med bil uten kø og t_{10} tiden det tar med kollektiv uten kø.

Tiden brukt avhenger av totalt antall trafikanter og andelen bilister. Et typisk stort trafikkvolum i rushtiden vil da gi mer forsinkelser og kø. Totalt antall trafikanter, N , er eksogent gitt i modellen, så avgiften påvirker ikke antall trafikanter totalt, men fordelingen på kollektiv og bil.

Trafikkvolumet har derimot stor innvirkning på effekten av en ekstra bil på veien. I rushtiden vil en overgang fra bil til kollektivtransport kunne gi en stor reduksjon i tidsbruken. Mens har vi lite trafikk vil ikke den ekstra tiden brukt utover t_{00} eller t_{10} bli veldig stor.

Trafikantene velger det transportmiddelet som gir dem høyest nytte. Det er ikke mulig å med sikkerhet observere de enkelte nyttefunksjonene. Men vi kan skaffe informasjon om sannsynlighet for transportvalg.

Fra teori om diskret valg kan vi finne sannsynligheten for at de velger hvert av alternativene. Vi får da forventet andel som bruker henholdsvis privatbil og kollektivtransport:

$$(5) \quad A_0 = \frac{e^{u_0}}{e^{u_1} + e^{u_0}}, \quad A_1 = 1 - A_0 = \frac{e^{u_1}}{e^{u_1} + e^{u_0}}$$

Forventet konsumentoverskudd, V , blir da:

$$(6) \quad V = N \frac{1}{b} \ln(e^{u_0} + e^{u_1})$$

(utledning av valgsannsynligheter og forventet konsumentoverskudd finnes i Train, 2003)

Ved bruk av ligningene (1),(4),(5) og (6) får vi:

$$(7) \quad \partial V / \partial q = \frac{N}{b} \frac{1}{e^{u_1} + e^{u_0}} \left[e^{u_0} \frac{\partial u_0}{\partial q} + e^{u_1} \frac{\partial u_1}{\partial q} \right] = \frac{N}{b} \left[A_0 \frac{\partial u_0}{\partial q} + A_1 \frac{\partial u_1}{\partial q} \right]$$

Setter vi nå inn for t_0 og t_1 fra (4) inn i (1), og $p_0 = p_{00} + q$,

finner vi $u_0 = a_0 - b(p_{00} + q) - g(t_{00} + hNA_0)$ og $u_1 = a_1 - bp_1 - g(t_{10} + \gamma NA_0)$.

Derivasjon av u_0 mhp. q , gir da:

$$(8) \quad \frac{\partial u_0}{\partial q} = -b - ghN \frac{\partial A_0}{\partial q} = -b - bhN \frac{g}{b} \frac{\partial A_0}{\partial q} = -b + bZ_0$$

der $Z_0 = -\frac{g}{b} hN \frac{\partial A_0}{\partial q}$ er definert som nytten for bilistene av redusert kø på veien som følge av en marginal økning i rushtidsavgiften, q .

Leddets $\frac{\partial A_0}{\partial q}$ gir den reduserte andelen av bilister på veien når rushtidsavgiften økes. (Det

vises nedenfor at $\frac{\partial A_0}{\partial q} < 0$.) Leddet $N \frac{\partial A_0}{\partial q}$ gir reduksjonen i forventet antall reisende som

bruker bil når kostnaden ved bruk av veien øker mens $hN \frac{\partial A_0}{\partial q}$, jfr. (4), viser den reduserte

tiden som følge av mindre kø. Da er $Z_0 = -\frac{g}{b} hN \frac{\partial A_0}{\partial q}$ verdien i kroner av redusert kø og

spart reisetid for bilistene som følge av at det koster mer å bruke veien. Multipliserer vi dette beløpet med b , får vi verdien av nytteøkningen i kroner som følge av spart tid når rushtidsavgiften økes.

Da får vi

$$(8) \quad \frac{\partial u_0}{\partial q} = -b + bZ_0$$

For kollektivtrafikken finner vi at

$$(9) \quad \partial u_1 / \partial q = -g\gamma N \frac{\partial A_0}{\partial q} = bZ_1$$

Der $Z_1 = -\frac{g}{b} \gamma N \frac{\partial A_0}{\partial q}$ er nytten kollektivreisende har av redusert kø på veien når rushtidsavgiften økes.

Bruker vi (8) og (9) finner vi den deriverte av nyttefunksjonen mhp. q:

$$(7)' \quad \partial V / \partial q = \frac{N}{b} [A_0(-b - b\gamma N \frac{g}{b} \frac{\partial A_0}{\partial q}) + A_1 bZ_1] = N[A_1 Z_1 - A_0(1 - Z_0)]$$

Fra (1), (4), (5), (8) og (9) finner vi:

$$(10-i) \quad \frac{\partial A_0}{\partial q} = A_0 A_1 \frac{\partial u_0}{\partial q} - A_0 A_1 \frac{\partial u_1}{\partial q} = -b A_0 A_1 (1 - Z_0 + Z_1)$$

Setter vi inn for Z_0 og Z_1 i (10-i) får vi:

$$(10-ii) \quad \frac{\partial A_0}{\partial q} = \frac{-b A_0 A_1}{1 + g A_0 A_1 N(h - \gamma)} < 0$$

Vi ser at $\frac{\partial A_0}{\partial q}$ er negativ. Færre vil velge å kjøre bil om veiavgiften økes.

Andelen som bruker privatbil vil synke om avgiften økes og siden $A_0 + A_1 = 1$ får vi som ventet at

$$(11) \quad \frac{\partial A_1}{\partial q} = A_1 A_0 \frac{\partial u_1}{\partial q} - A_0 A_1 \frac{\partial u_0}{\partial q} = -\frac{\partial A_0}{\partial q}$$

Med $h > \gamma$ har vi da at $0 < Z_1 < Z_0 < 1$.

Da finner vi virkningen for trafikantnyttens:

$$(8) \quad \frac{\partial u_0}{\partial q} = -b + bZ_0 < 0$$

$$(9) \quad \partial u_1 / \partial q = -g\gamma N \frac{\partial A_0}{\partial q} = bZ_1 > 0$$

Totalt er det for bilistene slik at nytten ved spart tid ikke veier opp for kostnaden ved rushtidsavgift. Mens kollektivtrafikantene vil dra nytte av redusert reisetid med en avgift på bilkjøring.

Produsentoverskuddet knyttet til drift av kollektivtransporten setter vi lik (det forventede) overskuddet her kalt R_1 , og er gitt ved:

$$(12) \quad R_1 = (p_1 - c)NA_1 - K$$

Hvor c er driftskostnaden per passasjer i det kollektive transporttilbudet. K er faste kostnader.

Hvis skattebetalerne skal dekke deler av utgiftene, må det henge sammen med at

kollektivselskapet går med underskudd, som da er lik $-R_1 = K + (c - p_1)NA_1$.

Overskuddet påvirkes av rushtidsavgiften fordi antallet kollektivreisende påvirkes.

$$(13) \quad \frac{\partial R_1}{\partial q} = (p_1 - c)N \frac{\partial A_1}{\partial q} = (p_0 - c)Nb A_0 A_1 (1 - Z_0 + Z_1)$$

Det offentliges inntekter, kalt T , blir lik veiavgiften multiplisert med antall avgiftsbelagte turer.

$$(14) \quad T(q) = A_0 N q$$

For å maksimere sine inntekter, tar myndighetene hensyn til hvordan avgiften påvirker antall reisende:

$$(15) \quad \frac{\partial T}{\partial q} = NA_0 + Nq \frac{\partial A_0}{\partial q}$$

6.2 Optimal veiavgift

Det samfunnsøkonomiske overskuddet, betegnet W , er gitt ved summen av konsumentoverskuddet, V , produsentoverskuddet, R_1 , samt inntektene til det offentlige, T , hvor verdsettingen av offentlige midler tar hensyn til den marginale skattefinansieringskostnaden, m .

$$(16) W(q) = V(q) + (1+m)T(q) + R_1 - m(-R_1) = V(q) + (1+m)NA_0(q)q + (1+m)R_1$$

En samfunnsansvarlig veimyndighet vil nå sette rushtidsavgiften, q , slik at det samfunnsøkonomiske overskuddet blir størst mulig. Deriverer vi $W(q)$ mhp. q og setter den deriverte lik null, finner vi *betingelsen for optimal avgift*:

$$(17) \frac{\partial V}{\partial q} + (1+m) \frac{\partial T}{\partial q} + (1+m) \frac{\partial R_1}{\partial q} = 0$$

Da får vi fra (7)', (13), (15) og (17):

$$(18-i) N[A_1 Z_1 - A_0(1 - Z_0)] + (1+m)[NA_0 + Nq \frac{\partial A_0}{\partial q}] + (1+m)[(p_1 - c)N(-\frac{\partial A_0}{\partial q})] = 0$$

$$(18-ii) \quad q = \frac{A_0 - A_0 Z_0 - A_1 Z_1 - (1+m)A_0}{(1+m) \frac{\partial A_0}{\partial q}} + (p_1 - c)$$

Setter vi (10-i) inn i (18-ii) kan vi karakterisere hvordan den optimale avgiften må være:

$$(18-iii) \quad q = \frac{A_1 Z_1 + A_0 Z_0 + mA_0}{(1+m)bA_1 A_0(1 - Z_0 + Z_1)} + (p_1 - c)$$

$$(18-iii)' \quad q = \frac{A_0 m}{(1+m)bA_1 A_0(1 - Z_0 + Z_1)} + \frac{A_1 Z_1 + A_0 Z_0}{(1+m)bA_0 A_1(1 - Z_0 + Z_1)} + (p_1 - c)$$

Dersom kollektivselskapet ikke fikk dekket de variable kostnadene, ville dette ha kommet som et tillegg til avgiften. Men siden p_1 er eksogent gitt i modellen kan vi sette p_1 lik c .

$$(18-iv) \quad q = \frac{A_0 m}{(1+m)bA_1 A_0(1 - Z_0 + Z_1)} + \frac{A_1 Z_1 + A_0 Z_0}{(1+m)bA_0 A_1(1 - Z_0 + Z_1)} \text{ eller}$$

$$q = \frac{A_0 m}{(1+m) \frac{\partial A_1}{\partial q}} + \frac{A_1 Z_1 + A_0 Z_0}{(1+m) \frac{\partial A_1}{\partial q}}$$

Da blir underskuddet hos kollektivselskapet lik de faste kostnadene som blir det som må skattefinansieres. De faste kostnadene påvirkes ikke av avgiften, så vi forutsetter at kapasiteten er stor nok til å betjene de som går over til å reise kollektivt. Da kan vi trekke følgende konklusjoner:

Hvis vi ikke har noen ekstern virkning, hvis $h = \gamma = 0$ og dermed $Z_0 = Z_1 = 0$:

- og $m=0$, ingen vridninger i skattesystemet:
(19) $q = 0$, ingen avgift.
- $h = \gamma = 0$ og $m=\infty$, et ekstremt vridende skattesystem:

$$(20) \quad q = \frac{\frac{A_0}{\partial A_1}}{\frac{\partial q}{\partial A_1}} = \frac{1}{bA_1}$$

Avgiften skal settes slik at de offentlige inntektene maksimeres

- $h = \gamma = 0$ og m er positiv, men ikke uendelig, for eksempel $m=0,2$

$$(21) \quad q = \frac{A_0 m}{(1+m) \frac{\partial A_1}{\partial q}} = \frac{m}{(1+m) bA_1} = 0,167 \cdot \frac{1}{bA_1}$$

Uten eksterne effekter får vi her en ren Ramsey-avgift, som betyr at avgiften bør være høyere jo mindre skatten påvirker etterspørselen. Dette er kjent fra litteraturen som den inverse elasticitetsregelen. Allerede uten noe form for ekstern virkning kan vi ha argumenter for å differensiere satsene for rushtid og utenom rushtid. Elastisiteten for rushtidstrafikken kan vi forvente er lavere enn trafikken utenom rushtid.

(Transportøkonomisk institutt, 2005b, Vickrey, 1963) Hvis dette er tilfellet og vi skal følge prinsippet om å avgiftsbelegge de goder som hvor reaksjonen av en prisendring er minst, vil det da være lønnsomt å ha en høyere avgift i rushtiden, selv uten køkostnader.

Hvis bilistene skaper kø:

$h > 0$ og $\gamma > 0$, så $0 < Z_0 < 1$, og $0 > Z_1 > 1$:

- og $m=0$

$$(22) \quad q = \frac{A_0 Z_0 + A_1 Z_1}{b A_0 A_1 (1 - Z_0 + Z_1)} = \frac{A_0 Z_0 + A_1 Z_1}{\frac{\partial A_1}{\partial q}}$$

Her er avgiften satt kun for å korrigere for køulempene bilistene påfører andre. Jo større Z -ene er, jo høyere køkostnad, jo høyere skal avgiften være. For tidsdifferensierte avgifter, for eksempel en avgift i rushtiden og i perioder med lav trafikk, vil stor N øke køkostnaden, og avgiften settes høyere.

Virkningen for de to transportmåtene blir veid med sin andel trafikken totalt og dividert med reduksjonen i andelen bilister som følge av avgiftsøkningen. Jo mindre prisfølsomhet, jo mindre er $\partial A_1 / \partial q$ og avgiften må settes høyere. Dette er en Pigou avgift som settes for å internalisere den eksterne virkningen når vi ikke har noen vridninger i skattesystemet.

- Hvis vi har en ekstern virkning, men kollektivtrafikken er upåvirket, for eksempel hvis vi ser på tog/t-bane eller hvis man har egne kjørefelt for kollektivtransport, faller Z_1 bort fra regnestykket. Bilistene skal da avgiftsbelegges for kostnaden de påfører andre bilister. Men bilistene blir færre med avgift, så vi får som i de andre tilfellene med kø en effekt av endret reisemønster på avgiften som følge av færre bilister å ta hensyn til og mindre kø.

- I tilfelle hvor $h = \gamma > 0$ får vi avgiften $q = \frac{NZ_0}{\frac{\partial A_1}{\partial q}}$.

Setter vi inn for $\frac{\partial A_1}{\partial q}$ og forkorter sitter vi da igjen med $h \frac{g}{b} N$ som sier at avgiften

skal settes lik det konsumentene er villige til å betale for å komme ett minutt raskere frem multiplisert med hvor mye en ekstra bilreise forsinkes resten av trafikken.

Dette gjør det ganske enkelt å se at prisen på det eksternalitetsskapende godet, $p_0 = p_{00} + q$, blir lik den samfunnsøkonomiske grensekostnaden slik vi kjenner den optimale tilpasningen fra økonomisk teori. I det generelle tilfelle derimot er det viktig ikke å gjøre feilen å tro at det er optimalt å sette avgiften lik de eksterne kostnaden til den gjeldende trafikkfordelingen. En avgift vil jo påvirke antall bilreiser som foretas

og dermed også omfanget av den eksterne kostnaden. Vi må derfor ta hensyn til at andelen bilister endres for å ikke få en avgift som utelukker samfunnsøkonomisk lønnsomme bilreiser.

- $m=\infty$:

$$(23) \quad q = \frac{\frac{A_0}{\partial A_1}}{\frac{\partial q}} = \frac{1}{bA_1(1-Z_0+Z_1)}$$

Her skal avgiften settes for å maksimere de offentlige inntektene fra veiprisingssystemet. Er køkostnaden høy for bilistene i forhold til de

kollektivreisende, vil færre gå over til kollektivtransport (lav $\frac{\partial A_1}{\partial q}$) og avgiften kan settes høyere for å maksimere offentlige inntekter.

- m er positiv, men ikke uendelig, for eksempel $m=0,2$

$$(24) \quad q = 0,167 \cdot \frac{A_0}{bA_0A_1(1-Z_0+Z_1)} + 0,83 \cdot \frac{A_0Z_0 + A_1Z_1}{bA_1A_1(1-Z_0+Z_1)}$$

Her ivaretas to hensyn, det første leddet er et Ramsey-ledd for å skaffe offentlige midler. Det andre leddet er et Pigou-ledd som er satt for å korrigere for den eksterne virkningen bilistene ikke tar inn over seg uten avgiften. Et tilsvarende resultatet kan man se i Agnar Sandmos artikkel "Optimal taxation in the presence of externalities" fra 1975, hvor indirekte beskatning for å skaffe offentlige midler sammen med beskatning for å motvirke negative eksterne effekter behandles.

Vi ser her og av (18-iii)' at den totale avgiften skal være lik det veide gjennomsnittet av disse to avgiftene med henholdsvis skattevridningskostnaden m og 1 som vektor.

6.3 Virkninger for kollektivtrafikken

Andelen som bruker kollektivtransport, $A_1 = 1 - A_0$, påvirker avgiftsnivået negativt. Er A_1 høy i utgangspunktet, kan det tolkes som at det er et bra kollektivtilbud. Lavere pris på kollektivreiser, p_1 , og/eller lavere reisetid, t_1 , vil øke nytten ved å reise kollektivt og da den forventede andelen kollektivreisende. Da vil køkostnadene og dermed avgiften synke.

I London, Stockholm og Singapore som har hatt suksess med innføring av veipricing ble kollektivtilbudet styrket før avgiften ble innført. Det kan gjøre det lettere å få aksept for tiltaket. Man får et bedre alternativ til bilkjøring og avgiften trenger ikke å settes like høyt.

Virkning på kollektivtrafikken

$$(9) \quad \partial u_1 / \partial q = -g\gamma N \frac{\partial A_0}{\partial q} = bZ_1$$

Kollektivtransporten forbedres med veiavgift ved at køene blir mindre og transport som deler vei med biltrafikken kommer forttere frem. Dette i kombinasjon med at den relative prisen på bilreiser vil øke om veiavgiften for bilister økes fører til høyere andel kollektivreisende. Da får vi en selvforsterkende effekt gjennom ytterligere nedgang i køen og følgende overgang til kollektivtransport.

I vår modell har vi ikke satt noen nærmere forutsetninger for kollektivselskapets atferd når antall kollektivreisende øker enn at tilbudet antas å tilpasses slik at nytten ved å reise kollektivt ikke forandrer seg (utover den sparte reisetiden som følge av redusert kø). De variable kostnadene for kollektivselskapet i modellen her avhenger av kun andelen kollektivreisende og eksogent gitte parametere. Small (2004) gir uttrykk for at veipricing vil kunne skape en positiv spiral for kollektivtransporten, og spesielt for busser, som ikke har kommet klart nok fram i den tidligere litteraturen. Et poeng hos Small er at med økt hastighet kan kollektivselskapet spare kostnader. Flere reisende kan gi ekstra inntekter. Hvis kollektivselskapet opptrer samfunnsøkonomisk riktig kan gi dette gi et bedre tilbud i form av nye ruter og høyere frekvens. Lavere kostnader kan også åpne for lavere takster. Disse forbedringene vil igjen føre til flere kollektivreisende. Da får vi en selvforsterkende positiv spiral med ytterligere køreduksjoner og innsparinger.

6.4 Miljøavgift

I tillegg til køer kan veitrafikk føre med seg eksterne virkninger i form av lokal og global forurensning, veislitasje og ulykker. Vi skal nå ta inn eksterne miljøkostnader i modellen. Køer og ulykker er eksterne virkninger fordi den fulle kostnaden trafikantene påfører andre ikke inngår i aktørenes beslutningsgrunnlag. Ulempene går også utover andre trafikanter. Forurensning går ikke bare utover de som ferdes i trafikken. Ulempen ved forurensning hver enkelt opplever som følge av egen transport er såpass liten at vi ikke regner det inn i nyttefunksjonen for bruk av privatbil eller kollektivtrafikk. Men summerer vi alle utslippene og ulempene får vi en betydelig kostnad.

Når man har stor trafikk til, fra og i byer vil det for eksempel kunne gi støyplager og gå utover den lokale vann- og luftkvaliteten. Da kan veipricing være et egnet virkemiddel for å begrense forurensningen i de mest trafikkerte områdene.

Vi kan ta utgangspunkt i en situasjon med korrekte drivstoffavgifter. Da må kostnadene som legges til grunn for veiavgiften ha noe med de lokale forholdene rundt trafikken som går gjennom bomringen å gjøre hvis vi skal ha en stedsavhengig avgift. Hvis vi skal ha en tidsavhengig miljøavgift, bør forurensningskostnaden ha sammenheng med kønivået som varierer i og utenom rushtiden. En ren køavgift, som er beregnet ut fra køkostnadene, vil redusere trafikken og dermed utslippene fra trafikken. Men er kostnadene knyttet til forurensning betydelige, bør de også beregnes som en del av grunnlaget for selve avgiften. I køprising vil hovedhensikten være å flytte trafikk fra rushtid til andre tider på døgnet eller over til mer effektive transportmåter i rushtiden. En ren miljøavgift, for eksempel som en del av bensinavgiften eller engangsavgifter ved bilkjøp, vil ta sikte på å redusere utslippene totalt og ikke er ikke rettet direkte inn mot trafikkens sammensetning. I modellen kommer en miljøavgift som et tillegg til den avgiften som kreves for å korrigere for de eksterne køkostnadene. Denne avgiften vil da komme per passering av et innkrevingspunkt og ikke avhengig av kjørelengde eller drivstofforbruk. Med å sette en avgift på de eksterne miljøkostnaden ved bilbruk i modellen, sier vi ikke at kollektivtrafikken ikke forurensar, men vi kan tenke at denne kostnaden er en del av den eksogent gitte prisen for kollektivreiser. Da

vil vi få en bedre fordeling mellom bilreiser og kollektivreiser om miljøkostnadene er større for en bilreise.

Den eksterne miljøkostnaden kan vi da betegne med:

$$(25) E = kA_0N$$

Hvor k er en funksjon av andelen bilister:

$$(26) k = k(A_0)$$

Vi antar at forurensningskostnaden per km er økende med antall bilister, så $\partial k / \partial A_0 > 0$.

Veipricing med hensyn til miljøeffekter blir modellert i Johansson-Stenman (2005).

Der blir utslipp per km og eksponering, andelen av utslippene som blir pustet inn av mennesker eller når andre mål, modellert som funksjoner av farten. Lavere fart gir mer starting, stopping og akselerering, som øker utslippsfaktoren. Eksponering kommer som en funksjon av befolkningstetthet. Befolkningstettheten øker når farten synker og vi får kø. Med flere biler på veien og lavere fart blir flere berørt av utslippene. Da vil helsekostnadene øke, siden en stor del av helseeffektene rammer andre brukere av veien som er i nærheten av utslippenes kilde. k er ment å sees som en funksjon som fanger opp de ulike utslippene og de tilhørende kostnadene. Når k er en funksjon av A_0 , kan vi få høyere utslipp per reise som følge av lavere fart, og dermed også større eksponering som følge av flere trafikanter nær utslippskilden. En økning i antall bilister vil føre til både høyere utslipp og at kostnadene fra en enhet av utslippene blir høyere. Derivasjon av E mhp. q gir

$$(27) \quad \partial E / \partial q = \frac{\partial k}{\partial A_0} \frac{\partial A_0}{\partial q} A_0 N + k \frac{\partial A_0}{\partial q} N$$

De eksterne miljøkostnaden er ikke regnet inn i trafikantenes nyttefunksjon, men er kostnader som bæres av alle i samfunnet. Med alle komponenter målt i kroner blir det samfunnsøkonomiske overskuddet med eksterne miljøkostnader:

$$(28) \quad W(q) = V(q) + (1+m)T(q) + (1+m)R_1 - E(q)$$

Og betingelsen for optimal avgift blir:

$$(29) \quad \frac{\partial V}{\partial q} + (1+m) \frac{\partial T}{\partial q} + (1+m) \frac{\partial R_1}{\partial q} - \frac{\partial E}{\partial q} = 0$$

som med $p_1 - c = 0$ gir avgiften

$$(30) \quad q = \frac{A_0 m}{(1+m) \frac{\partial A_1}{\partial q}} + \frac{A_1 Z_1 + A_0 Z_0}{(1+m) \frac{\partial A_1}{\partial q}} + \frac{k + (\partial k / \partial A_0) A_0}{(1+m)}$$

Vi får et tillegg i avgiften for å rette opp for miljøulempene bilistene påfører samfunnet.

Bilistene vil måtte betale for sin forurensning som er k per reise. I tillegg kommer et ledd for økningen i forurensningskostnaden for alle bilreiser som foretas. Dette er ikke ulikt det vi kan se i løsningen for den optimale veiavgiften i Johansson-Stenman (2005).

Begrunnelsen for å ha med det siste leddet i miljøavgiften er at selv om alle betaler for sine utslipp, k , vil alle bli belastet en lik avgift. Når en bils deltagelse i trafikken øker andres utslipp, vil da alle måtte betale en høyere avgift. Det siste leddet i avgiften er da for at hver enkelt bilist skal ta inn over seg at sin deltagelse i trafikken gjør de andre bilene mer forurensende og øker avgiften som alle bilistene må betale.

Vi ser at jo høyere miljøkostnadene er for en reise, jo høyere skal avgiften være. Er miljøkostnadene store for bil- i forhold til kollektivreiser, vil da også behovet for å stimulere til endret reisemønster være større.

7. Fordelingsvirkninger

Et av de kanskje mest brukte argumentene mot veipricing i den politiske debatten er at det har uheldige fordelingsvirkninger. Hvis vi går tilbake til virkningen på nytten for de reisende, og tillater oss å tenke at det finnes ulike typer eller grupper konsumenter med ulike betalingsvillighet til å komme raskere frem, kan vi finne ut noe mer om hvem som taper og hvem som vinner på avgiften. Endringen i bilistenes nytte som følge av en marginal økning i q er gitt ved:

$$(8) \quad \partial u_0 / \partial q = bZ - b$$

Nytten for bilistene av redusert kø på veien som følge av en marginal økning i

rushtidsavgiften er $Z_0 = -\frac{g}{b} hN \frac{\partial A_0}{\partial q}$ og vist at g/b er hvor mye bilistene er villige til å betale

for å komme et minutt raskere frem. Totalt sett, eller i snitt, vil bilistene komme dårligere ut

av det enn uten avgiften.

Men har vi noen med høyere tidsverdi enn andre, og dermed høyere betalingsvilje for å komme raskere frem, vil situasjonen til disse kunne bedres av avgiften. Har vi en gruppe med høy betalingsvillighet for å komme raskere fram, med g/b slik at Z_0 blir større enn 1, vil disse tjene på en rushtidsavgift. Da er nyttegevinsten av redusert kø ved en marginal økning i q større enn nyttetapet ved å betale avgiften q for å kjøre. Bilistene vil da ha en større marginal nytte av den sparte reisetiden enn av nytten de ville hatt av beløpet de må betale.

De som taper er da de som har lavere tidsverdi, så Z_0 blir mindre enn 1, men fortsetter å kjøre bil. Kollektivtransport vil fortsatt framstå som et dårligere alternativ, og siden nytten ved økt fremkommelighet ikke veier opp for avgiften de må betale, vil nytten være lavere enn før avgiftsinnføringen.

Gruppen som i utgangssituasjonen ville ha foretrukket privatbil, men som etter avgiften bytter til kollektivtransport, vil komme dårligere ut av en avgiftsinnføring om de vurderer nytten av en kollektivreise med den sparte reisetiden som følge av avgiften lavere enn nytten av en bilreise før avgiften. Men når en reduksjon i biltrafikken fører til lavere tidsbruk for kollektivtrafikken, vil noen av de som endrer reisemiddel tjene på rushtidsavgiften. De som regnet forskjellen mellom å bruke bil og å bruke kollektivtransport før avgiften som mindre enn tidsbesparelsene ved å reise kollektivt etter avgiften, vil komme bedre ut av det etter avgiftsinnføringen.

Gir en rushtidsavgift store nok tidsbesparelser for kollektivtrafikken, vil altså en gruppe av trafikantene kunne tjene på avgiften selv om de blir priset bort fra biltrafikken.

De som reiste kollektivt i utgangspunktet og fortsetter med det, vil oppleve at kollektivtrafikken bruker mindre tid i kø, og de tjener på avgiften.

Siden tidsverdien øker med inntekten, vil de som tjener mest være de som er mest sannsynlig å finne i gruppen som gladelig betaler avgiften for å komme raskere frem. Blant de som fortsetter å kjøre bil, vil en rushtidsavgift være et relativt større innhugg i inntekten for de med lav inntekt. Men den totale effekten vil avhenge av hvor mange fra de ulike inntektsgruppene

som kjører bil i utgangspunktet.

Beregninger for en rushtidsavgift i den nåværende bomringen i Oslo viser at høyinntektsgrupper rammes vel så mye av en rushtidsavgift som lavinntektsgrupper (Fridstrøm, Minken og Vold, 1999). Det er høyinntektsgruppene som i størst grad reiser med bil i rushtiden. Da vil rushtidsavgiften komme som et relativt større innhugg i inntekten til lavinntektsgruppene, men siden høyinntektsgruppene reiser mer i utgangspunktet, vil de som gruppe betale mest. På grunn av fordelingen av antall bilreiser i rushtid blant inntektsgruppene vil det være vel så mange med høy inntekt som vil endre reisemønster. Selv med en lavere pris for en enkelt bilreise enn en kollektivreise i utgangspunktet, er det ikke alle som disponerer bil, så inntekten spiller inn. Bosetting og arbeidssted er dessuten avgjørende for hvor mange reiser man vil foreta på den avgiftsbelagte strekningen. Har vi det slik at de som kjører bil i rushtiden ofte har en høyere inntekt enn de som reiser kollektivt, er det interessant å merke seg at forholdene for kollektivtrafikken bedres med veipricing.

Som gruppe har vi sett at bilistene vil tape på en avgift, mens kollektivtrafikken bedres som følge av redusert kø. I praksis vill alle trafikantene som helhet mest sannsynlig tape på en rushtidsavgift (Minken, 2005, 17). Det betyr at da må den reduserte nytten i sum for bilistene være større enn den samlede nyttegevinstene for kollektivtrafikantene. Gevinstene fra veipricing må da komme fra de offentlige inntektene og bedring av miljøet. Dette er potensielt noe som kan komme alle til gode. En stor del av fordelingseffektene er da avhengig av hvordan inntektene fra avgiften brukes. Når vi i modellen har vurdert offentlige midler som en knappere og mer verdifull ressurs enn private, er det fordi inntektene fra rushtidsavgiften kan brukes til å lette andre effektivitetshemmende skatter eller til å finansiere samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter som krever bruk av offentlige midler. Dersom inntektene fra ordningen blir brukt for å jevne ut inntektsfordelingen, vil ikke veipricingen bidra til en effektivisering av skattesystemet. Mens dersom inntektene blir brukt til for eksempel å redusere marginals-katten på arbeid, vil effektiviteten i skattesystemet bedres, men uten at den fordelingsskjevheten som kan oppstå med innføring av veipricing utjevnes. Ved bruk av inntektene fra veipricingen vil myndighetene da måtte gjøre en avveining mellom effektivitet og fordeling.

8. Konklusjon

De fleste økonomer er enige om at en rushtidsavgift på belastede veistrekninger kan gi samfunnsøkonomiske gevinster. Køkostnader, veislitasje, forurensning og ulykker gjør at bruken av veiene har en samfunnsøkonomisk kostnad som overstiger den privatøkonomiske kostnaden bilistene blir belastet. Feil forhold mellom brukerkostnaden for ulike transportalternativer, og for kjøring i rushtid og utenom rushtid, fører til feil bruk av ressursene.

For den enkelte trafikant fører overutnytting av veikapasiteten til et unødvendig stort tidsbruk i trafikken. Med en rushtidsavgift vil trafikantene spare noe av denne tiden, og isteden betale en pris for å reise. For mange vil det å betale denne avgiften være minst like ubehagelig som å bruke noen ekstra minutter i kø. Men for samfunnet fører unødvendig store køer til at ressurser blir sløst bort, mens en rushtidsavgift bare er en overføring fra bilistene til det offentlige, hvis vi ser bort fra innkrevingskostnadene.

For å evaluere virkningen av en rushtidsavgift, må kostnadene knyttet til gjennomføring av avgiftsinnkrevingen veies opp mot gevinstene fra avgiften. Vi har sett på erfaringer fra byer som har innført veipricing, og sett at virkningen på trafikken har vært tydelig. I Stockholm og London har vi nylig sett at holdningene til veipricing har blitt mer positive for mange etter innføringen. Men selv om potensialet for effektivitetsgevinster er stort, kan kostnadene ved innføring og gjennomføring av et veipricingssystem gjøre gevinstene små, eller i verste fall negative.

Mye av motstanden skyldes at veipricing rammer de mindre ressurssterke i samfunnet når det blir gjort et relativt større innhugg i de minste inntektene. Å regulere noe av privatbiltrafikken ved å styrke kollektivtrafikken er et tiltak som vanligvis er mer populært blant publikum og kollektivselskaper. Men det kan være kostbart å hente inn midlene til subsidiering av kollektivtrafikken. Skyggeprisen på offentlige midler taler for at veipricing som virkemiddel gir større effektivitet. Inntekter fra veipricing kan brukes til å fjerne andre effektivitetshemmende avgifter eller til å finansiere samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter.

Jeg har satt opp en modell som tar for seg et gitt antall trafikanter, på en vei med gitt kapasitet. Trafikantenes valg mellom å reise med bil eller med kollektivtransport blir bestemt i en logit modell. De som velger å kjøre bil vil bidra til kø for begge transportalternativer og forurensning som rammer alle i samfunnet. Det tas ikke noe valg av tid for reisen i modellen. Myndighetene som setter avgiften ønsker å sette den slik at de eksterne kostnadene ved kø og forurensning blir internalisert i trafikantenes beslutningsgrunnlag. I tillegg har myndighetene et behov for å skaffe offentlige midler. Inntektene fra avgiften blir veid med en skattefaktor siden inntektene kan brukes til å redusere andre effektivitetshemmende skatter og avgifter eller til å finansiere lønnsomme offentlige prosjekter. Jeg finner at den optimale rushtidsavgiften består av et Ramsey-ledd, som reflekterer et behov for offentlige midler, og et Pigou-ledd for å oppnå et optimalt nivå på kø og forurensning. Den optimale avgiften blir et veid gjennomsnitt disse. Ramsey-leddet forteller at avgiften kan settes høyere jo mindre elastisk etterspørselen etter bilreiser er. Pigou-leddet forteller at avgiften skal settes slik at konsumentene må betale for ulempene de påfører andre, i form av kø, forurensning, og økt avgiftsnivå når en bilists deltagelse i trafikken øker miljøkostnadene (og dermed avgiften) for alle bilene i trafikken.

Referanser:

Arnott, R. (2005): "City Tolls – One Element of an Effective Policy Cocktail", Dice Report, Journal for Institutional Comparisons, Vol. 4, No. 3, 5-11

Arnott, R. (2007): "Congestion tolling with agglomeration externalities", Journal of Urban Economics 62, 187–203

Balcombe, R. (ed.) (2004): "The demand for public transport: a practical guide." TRL Report TRL593

Bekken, J.T. Og Norheim, B. (2006): "Optimale tilskudd til kollektivtrafikk i byområder" . TØI rapport 829/2006, Transportøkonomisk institutt, Oslo

Bramness, G. og Christiansen, V. (1976): "Køer som rasjoneringsmetode", Universitetsforlaget, Oslo

Brotunnel.no:

<http://www.brotunnel.no/Default.aspx?tabid=584&subtabid=592&subsubtabid=602>
, lastet ned 17/04-08

Chin, A. (1996): "Containing air pollution and traffic congestion: transport policy and the environment in Singapore", Atmospheric Environment 30(5), 787-801

Chin, K-K. (2005): "Road Pricing – Singapore's 30 Years of Experience", Dice Report, Journal for Institutional Comparisons, Vol. 4, No. 3, 12-16

Department of Transport (1987): "COBA 9, Assessment Policy and Methods Division", Department of Transport, London

Fridstrøm, L., Minken, H., Vold, A. (1999): "Vegprising i Oslo – virkninger for trafikantene", TØI rapport 463/1999, Transportøkonomisk institutt, Oslo

Johansson-Stenman, O. (2005): "Optimal environmental road pricing", Economics Letters 90, 225-229

Leape, J. (2005): "The London Congestion Charge", The Journal of Economic Perspectives, Volume 20, Nr. 4, 157-176

Litman, T. (2005): "London Congestion Pricing – Implications for Other Cities", Dice Report, Journal for Institutional Comparisons, Vol. 4, No. 3, 17-21

Marchand, M. (1968): "A Note on Optimal Tolls in an Imperfect Environment", Econometrica, Vol. 36, No. 3-4, 575-581

Meland, S. (1995): "Generalized and advanced urban debiting innovations", The GAUDI Project. 3, Trondheim Toll Ring, Traffic Engineering and Control 36, 150-155

Minken, H. (2005): "Vegprising, kollektivtatak og sosial ulikhet", TØI rapport 815/2005, Transportøkonomisk institutt, Oslo

Newbery, D.M. (1986): "The Design of Road User Charges and Transport Taxation in Tunisia", Washington, D.C.: World Bank Transportation Department

Newbery, D.M. (1988a): "Road Damage Externalities and Road User Charges", Econometrica, Vol. 56, No. 2., 295-316

Newbery, D.M. (1988b): "Road User Charges in Britain"; The Economic Journal, Vol. 98, No. 390, Supplement: Conference Papers, 161-176

New York sun (2008): <http://www2.nysun.com/article/68854>, lastet ned 03/03-2008

- Nordbakke, S. og Vågane, L. (2007): "Daglige reiser med kollektivtransport i byområder", TØI rapport 877/2007, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Orski, C.K. (1992): "Congestion pricing: promise and limitations", *Transportation Quarterly* 46(2), 157-168
- Parry, I.W.H. og Bento, A. (2002): "Estimating the Welfare Effect of Congestion Taxes: The Critical Importance of Other Distortions within the Transport System", *Journal of Urban Economics* 51, 339-65
- Prud'homme, R og Bocajero, J.P. (2005): "The London congestion charge: a tentative economic appraisal", *Transport Policy* 12, 279-287
- Quinet, E. (1994): "The social costs of transport: evaluation and links with internalisation policies", i: European Conference of Ministers of Transport (ECMT), *Internalising the Social Costs of Transport*, Publications Service, 31-75, OECD, Paris
- Ramjerdi, F. (1994): "An Evaluation of the Impact of the Oslo Toll Scheme on Travel Behaviour", i Johansson, B og Mattson, L-G. (eds.), *Road Pricing: Theory, Empirical Assessment and Policy*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London
- Ramjerdi, F., H. Minken, og K. Østmoe (2004): "The Norwegian Urban Toll" i: Santos, G. (ed.) *Road Pricing: Theory and Evidence*, Elsevier
- Regjeringen.no: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/tema/andre/Saravgifter/bilavgifter-og-miljo.html?id=439335>, lastet ned 17/04-2008
- Rosendahl, K.E. (1998): *Social Costs of Air Pollution and Fossil Fuel Use*, <http://www.ssb.no/emner/01/06/sos99/sos99.pdf>, lastet ned 20/03-2008
- Rosendahl, K.E. (2000): "Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensing", <http://www.sft.no/publikasjoner/luft/1718/ta1718.pdf>, lastet ned 20/03-2008

Sandmo, A. (1975): "Optimal Taxation in the Presence of Externalities", Swedish journal of Economics 77, 86-98

Sft.no: http://www.sft.no/artikkel____39907.aspx, lastet ned 25/03-2008

SFT (2005): "Marginale miljøkostnader ved luftforurensning: Skadekostnader og tiltakskostnader", <http://www.sft.no/publikasjoner/luft/2100/ta2100.pdf>, lastet ned 15/03-2008

Sherman, R. (1971): "Congestion Interdependence and Urban Transit Fares", Econometrica, Vol. 39, No.3, 565-576

Small, K. (2004): "Road pricing and public transport", i Santos, F. (ed.), Road pricing: Theory and evidence, Elsevier

Small, K og Gómez-Ibáñez, J. (1999): "Chapter 46 Urban transportation ", Handbook of Regional and Urban Economics, Vol. 3, 1937-1999

Small, K.A. Og Kazimi, C. (1995): "On the cost of air pollution from motor vehicles", Journal of Transport Economics and Policy 29, 7-32

Solheim, T. (1992): "Bompengeringen i Oslo. Effekter på trafikk og folks reisevaner., Sluttrapport fra før-/etterundersøkelsen", Prosam-rapport nr 8, Transportøkonomisk institutt, Oslo

Stockholmsförsöket: "Fakta och resultat från Stockholmsförsöket. Analysgruppens sammanfattning - andra versionen augusti 2006",

<http://stockholmsforsoket.episerverhotell.net/upload/Rapporter/Fakta%20och%20resultat%20stockholmsf%C3%B6rs%C3%B6ket%20aug%2006.pdf>, lastet ned 17-04/08

Stortinget.no (2007): <http://epos.stortinget.no/SpmDetalj.aspx?id=36869>, lastet ned 17/04-2008

Strøm, S. Og Vislie, J. (2008): "A Discrete-Choice Model Approach to Optimal Congestion Charge", Universitetsforlaget, Oslo

Train, K. (2003): "Discrete Choice Methods with Simulation", University Press, Cambridge

Transportøkonomisk institutt (2000a): "Trafikksikkerhetshåndboken",
<http://tsh.toi.no/index.html?32,toc/6>, lastet ned 17/04-2008

Transportøkonomisk institutt (2000b): "Miljøhåndboken",
<http://miljo.toi.no/index.html?25793>

Vägverket: http://www.vv.se/templates/page3____21106.aspx
, lastet ned 17/04-2008

vegvesen.no: <http://www.vegvesen.no/cs/Satellite?cid=1046077049608&pagename=vegvesen%2FPage%2FSVVsubSideInnholdMal&c=Page>, lastet ned 21/04-2008

Vickrey, W. (1963): "Pricing in Urban and Suburban Transport", The American Economic Review, Vol. 53, No. 2, Papers and Proceedings of the Seventy-Fifth Annual Meeting of the American Economic Association, 452-465

Vickrey, W. (1968): "Automobile accidents, tort law, externalities, and insurance: an economist's critique.", Journal of Law and Contemporary Problems, 464-484

Vickrey, W. (1969): "Congestion theory and transport investment", American Economic Review, Vol. 59, 251-260

Wærsted, K. (1992): "Automatic toll ring no stop electronic payment system in Norway — Systems layout and full scale experience", Proceedings of the 6th International Conference on Road Traffic Monitoring and Control, Conference Publication 355, IEE, London.